











ε

Zur

JUBELFEIER

der

Kaiserlichen Universität

Dorpat

am 12ten und 13ten Dezember 1852.

Festschrift der medizinischen Facultät.

Die monogene Fortpflanzung.

DORPAT.

Gedruckt bei J. C. Schünmann's Wittwe und C. Mattiesen.

Zur

JUBELFEIER

der

Kaiserlichen Universität Dorpat

am 12ten und 13ten Dezember 1852.

Festschrift der medizinischen Facultät.

Die monogene Fortpflanzung.

DORPAT.

Gedruckt bei J. C. Schünmann's Wittwe und C. Mattiesen.

Zum Druck befördert auf Verfügung des Conseils der Universität.

Dorpat, am 29. November 1852. ***E. Haffner*, Rector.**

Die

monogene Fortpflanzung.

Dargestellt

von

K. B. Reichert,
Professor der Anatomie.

Einleitung.

Unsere Kenntnisse über den Process der monogenen oder ungeschlechtlichen Fortpflanzung und über die Erscheinungen, welche im Gefolge derselben bei Verwirklichung der Lebensgeschichte der Individuen sich kundgeben, haben in neuerer Zeit die wesentlichsten Erweiterungen und Aufklärungen, wie mir scheint, der Entdeckung des sogenannten Generationswechsels zu verdanken. Um eine richtige Würdigung des so eben gemachten Ausspruches herbeizuführen und zugleich den Standpunkt übersehen zu lassen, auf welchem die Analyse des Prozesses der ungeschlechtlichen Fortpflanzung sich befindet, sehe ich mich veranlasst, in vorliegender Einleitung einige Erläuterungen vorauszuschicken.

Den Process der Zeugung und Fortpflanzung als eine Reihe nothwendig aufeinanderfolgender Erscheinungen und Veränderungen in dem Leben der Organismen zu demonstriren, ist, wenn überhaupt dereinst möglich, gegenwärtig sicher eine Unmöglichkeit. Wie selbst die einfachste Entwickelungsveränderung, wie die stets in Begleitung des Entwickelungsprocesses auftretende Zeugung, wie die Befruchtung etc. als nothwendige Lebensakte zu Stande kommen, das wissen wir nicht. Die Aufgabe einer wissenschaftlichen Analyse des Zeugungs- und Fortpflanzungsprozesses, sowohl des geschlechtlichen, als des ungeschlechtlichen, hat sich, wie in vielen anderen Fällen, darauf zu beschränken, die beständigen und charakteristischen Erscheinungen, Verhältnisse und Umstände, unter welchen diese so allgemein verbreiteten und dem organischen Leben so eigenthümlichen Processe ihren Anfang und Fortgang nehmen, zu bezeichnen und das Gesetzliche darin aufzusuchen.

Angesichts der Literatur über unseren Gegenstand und der verschiedenen Kontroversen über denselben scheinen bei dem so eben bezeichneten Verfahren besonders zwei Anforderungen an den Naturforscher gestellt werden zu müssen. Sieht man nämlich in dem Zeugungs- und Fortpflanzungsprocess nichts weiter, als einen Wechsel von Zuständen, von denen der eine als Ersatz für einen zweiten hinwelkenden oder abgenutzten bestimmt ist, so drängen sich uns in der organischen Natur zahlreiche, mehr oder weniger

ähnliche und verwandte Erscheinungen und Prozesse auf, die gleichwohl in ihren eigenen Kreisen von Verhältnissen und Umständen sich bewegen. Schon lange ist man daher bemüht gewesen, einen Theil derselben, wie die Processe der Ernährung und des Stoffwechsels, der Entwickelung, des Wachsthums, der Regeneration etc. zugleich mit der Fortpflanzung auf einen allgemeinen Process der organischen Natur zurückzuführen und in ihnen nur die Variationen desselben zu studiren. Auf einem gleichen Wege begegnet man in neuerer Zeit den Bestrebungen jener Forscher, die die Wissenschaft mit ihren Arbeiten über den Verjüngungs- und Mauserungsprozess bereichert haben. (***C. H. Schultz, A. Braun.***) Ohne grade einen grossen Sprung zu machen, dürfte man auch gewisse Erscheinungen des Wechsels der Zustände im Nervenleben (das Wachen und Schlafen etc.) in diese allgemeine Betrachtung hineinziehen können; denn sie ruht auf einer sehr breiten Basis und gestattet ein weites Umherschweifen. Sie stützt sich auf die unbestrittene Thatsache, dass ein durchgreifender Charakter der Erscheinungen in der organischen Natur in dem Mangel der Beharrlichkeit, in dem fortwährenden Wechsel der Zustände bestehe, und dass dieser räthselhafte Wechsel unter der Konkurrenz mit der Aussenwelt aus inneren Bedingungen der Zustände selbst hervorgehe. Sie kann sich auch darauf berufen, dass hier überall, im natürlichen Verlaufe der Dinge, bei dem Aufhören des einen Zustandes und dem Auftreten des folgenden keineswegs eine förmliche Vernichtung des ersteren und eine wirkliche neue Schöpfung des darauf folgenden, sondern, wie beim Fortpflanzungsprocess, eine gewisse Fortdauer, ein Fortleben des einen Zustandes in den anderen gegeben sei; wenn auch schon davon keine Rede sein kann, dass dasjenige, was vorausging, jemals vollständig wiederkehre, und, was alt geworden ist, wieder jung werde. Allein es ist dermalen bei unseren gegenwärtigen Kenntnissen unmöglich, die verschiedenen Processe, in welchen sich der bezeichnete fortdauernde Wechsel der Lebenszustände zu erkennen giebt, als verschiedene Strömungen aus einer Quelle in ihrer Gesetzlichkeit herzuleiten; - einer Quelle, die nicht allein die Elemente der Erneuerung und Verjüngung, sondern auch ebenso nothwendig die Bedingungen der Hinfälligkeit, des Ermattens, des Untergehens und Absterbens enthalten und berücksichtigen müsste. Wenn man daher auch in Anerkennung der vollen und wichtigen Wahrheit jener allgemeinen Erscheinung in der organischen Natur zu dem Versuche getrieben werden mag, alle oder doch einen grösseren Theil der darauf bezüglichen Processe in der allgemeinsten Fassung aufzunehmen und zu bearbeiten, so bleibt dennoch gegenüber den Gefahren, denen man dabei unvermeidlich ausgesetzt ist, die nächste Aufgabe des Naturforschers, die Aufmerksamkeit auf die einzelnen Processe immer von neuem zu konzentriren, um die Unterschiede nicht aus dem Auge zu verlieren und so den Weg zu einer gediegenen Bearbeitung allgemeinerer Fragen anzubahnen. Bei diesem Unternehmen nun ist ein Haupterfor-

derniss, dass der Zustand, der dem Wechsel unterworfen ist oder als unterworfen gedacht wird, als Einheit konsequent durch alle Phasen der Veränderung festgehalten werde. Hat man sich dann geirrt, so war der Irrthum doch konsequent, und das ist für die Wissenschaft erspriesslicher, als ein vages Umhertappen und Abschweifen. Es würde vielleicht kaum nothwendig gewesen sein, auf dieses einfache logische Postulat der wissenschaftlichen Analyse eines jeden Processes auch hier noch hinzuweisen, wenn nicht eben die Gefahren zur Abschweifung grade bei der Analyse des geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprocesses so ausserordentlich gross wären, zu allen Zeiten ihre Opfer gefordert hätten und noch besonders dadurch herbeigeführt würden, dass die Unterschiede namentlich des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprocesses von anderen verwandten Processen, wie von der Zeugung im Bereiche wirklicher Organe, oft nur aus richtiger Würdigung der an dem Process betheiligten Zustände hervorgehen.

Soll aber der in Veränderung begriffene Zustand als Einheit konsequent festgehalten werden, so muss derselbe in möglichster Schärfe abgegrenzt und bestimmt sein; und dieses führt uns zu der zweiten Anforderung an die Analyse des Processes der Fortpflanzung. Man bezeichnet gewöhnlich die Individuen als die einheitlichen, organisirten Wesen, welche in dem Process der geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fortpflanzung begriffen sind. Die Analyse des Fortpflanzungsprocesses erfordert demnach eine genauere Bestimmung des organisirten Wesens, das wir mit dem Namen Individuum bezeichnen. Die Schwierigkeiten, welche diesem Unternehmen entgegentreten, sind bekannt genug. Früher konnte man sich dabei beruhigen, in einem jeden isolirt und selbstständig bestehenden Wesen ein Individuum zu haben. Selbst der Mineralog fand in seinen Krystallen Individuen. Seitdem man in einer grossen Zahl organisirter Einzelwesen des Thier- und Pflanzenreichs systematisch organisirte Individuen-Stöcke erkannt hat, und die Grenzen derartiger Entdeckungen sich gar nicht übersehen lassen; da wird eine genauere Fassung dessen, was unter einem Individuum zu verstehen, und worin dasselbe von dem Bestandtheile eines individuellen Organismus, d. h. von einem Organe, unterschieden sei, eine unerlässliche Aufgabe des Naturforschers. Wie verschiedenartig nun auch der Begriff des Individuums von den einzelnen Forschern heut zu Tage gefasst sein mag, darin werden wohl Alle, die es mit der organischen Natur zu thun haben, übereinstimmen, dass die Auffassung und Bestimmung des Individuums in der „Art“ oder „zoologischen Species“ geschehen müsse. Die Individuen sind in allen Fällen organisirte Wesen, in welchen sich eine bestimmte „Art“ offenbart, und die in diese Art als ihre nächste Einheit aufgehen. Betrachten wir daher die Lebensgeschichte der Art, wie sie sich in den Zuständen, durch welche sie vertreten wird, zu erkennen giebt, so haben wir den Weg eingeschlagen, der uns allein zum Ziele führen kann.

Ohne auf komplicirte Verhältnisse Rücksicht zu nehmen, lässt sich nun diese Lebensgeschichte in folgenden Hauptzügen charakterisiren. Aus dem befruchteten Eizustande, mit welchem man zweckmässig den Anfang machen darf, geht die Art durch den Entwickelungsprocess in eine Reihe von Zuständen über, die, jemehr die Entwickelung in dem befruchteten Eie vorschreitet, einen um so lebhafteren Verkehr mit der Aussenwelt vermittelst der neugebildeten Organe unterhalten. Anfangs ungeschlechtlich treten an ihnen auf einer gewissen Höhe der Entwickelung, die Geschlechtsorgane auf; die Zustände werden männlich oder weiblich oder hermaphroditisch differenzirt und enthalten in den Saamenkörperchen und Eiern die aus einem Zeugungsakt hervorgegangenen, geschlechtlich geschiedenen Keime für die Fortführung der Lebensgeschichte der Art. Im weiteren Fortschritt der Entwickelung erreichen nunmehr die Zustände der Art ihre höchste Ausbildung, den Blüthezustand, die Geschlechtsreife; der Verkehr mit der Aussenwelt steht auf seinem Höhenpunkte und ist von den Aeusserungen der Brutpflege für die in den geschlechtsreifen Zuständen enthaltenen Keime begleitet. Die reifen Spermatozoen und Eier werden dann ausgestossen und frei gemacht. Die Art stellt sich in ihnen im geschlechtlich differenzirten Keimzustande dar; der Verkehr mit der Aussenwelt ist auf ein Minimum beschränkt; die hauptsächlichste Leistung dieser Zustände bezieht sich auf die Fortführung der Lebensgeschichte der Art, auf ihre Fortpflanzung. Nach Annäherung der Saamenkörperchen und Eier erfolgt die Vermischung der Keimstoffe, der Befruchtungsakt. Mit dem Befruchtungsakt endigt ein Cyclus in der Lebensgeschichte der Art in Rücksicht auf den Anfang, den wir angenommen. Durch ihn wird zugleich der befruchtete Eizustand producirt, in welchem ein neuer Cyclus beginnt und sich in gleicher Weise fortsetzt, während die früheren Zustände über kurz oder lang zu Grunde gehen.

In der Darstellung der Lebens- und Fortpflanzungs-Geschichte der Art habe ich absichtlich vermieden, irgendwo das Wort „Individuum“ in Anwendung zu bringen; wir sehen vielmehr die Art in verschiedenen, gesetzmässig aufeinanderfolgenden Zuständen sich offenbaren. Von diesen Zuständen pflegt man sehr gern einen bestimmten besonders hervorzuheben, nämlich den geschlechtsreifen Zustand, und, wo man von Individuen der Art spricht, denkt man vorzugsweise an diesen. Es leuchtet ein, dass es auf den Namen nicht grade viel ankommt, und, dass die Wissenschaft ihr vollkommnes Recht dazu hat, bestimmte Zustände der Art mit besonderen Namen zu belegen. Allein mit der obigen Bezeichnung verbindet sich gewöhnlich eine ganze Reihe von Ansichten über die Lebensgeschichte der Art selbst. Man lässt nämlich die ganze Lebensgeschichte der Art und ihren Bestand um die geschlechtsreifen Zustände gleichsam sich drehen. Sie werden gewöhnlich ausschliesslich für die Repräsentanten der Art gehalten; von ihnen zunächst und allein lässt man den Gattungs- und Fortpflanzungsprocess der Art ausgehen, und die

Art selbst wird als Inbegriff solcher Individuen betrachtet, die dauernd den Fortpflanzungsprocess und so ihren Bestand zu unterhalten vermögen. Ihre in der Entwickelung vorausgehenden Zustände bezeichnet man mit den Namen: Embryo, Fötus, Larve, Puppe etc. dieses oder jenes geschlechtsreifen Individuums. Die Spermatozoen und Eier, auch wenn sie im freien Zustande die Art in geschlechtlich differenzirter Keimform darstellen, werden als Excrete der eigentlich sogenannten Individuen angesehen. Ich mag hier nicht auf alle Momente eingehen, welche eine derartige Vorstellungsweise begünstigt haben. Doch lassen sich gewisse Erscheinungen in der Lebensgeschichte der Art leicht übersehen, die besonders geeignet sind, die Aufmerksamkeit grade auf die geschlechtsreifen Zustände zu richten. Die geschlechtsreifen Individuen stehen am Ende einer Entwickelungsreihe von Zuständen, die in dem befruchteten Eizustande ihren Anfang nimmt; sie haben ferner, wenigstens zunächst, die vorausgehenden Zustände in sich gewissermaassen aufgenommen; der Verkehr mit der Aussenwelt hat in ihnen den Höhepunkt erreicht; Spermatozoen und Eier gelangen in ihnen zur Reife; durch ihre Vermittelung endlich wird der Uebergang der Art in den freien, geschlechtlich differenzirten Keimzustand herbeigeführt.

Das Alles zugegeben, kann gleichwohl obige Vorstellungsweise nicht gerechtfertigt werden. Steht man nicht grade auf dem teleologischen Standpunkte und verfolgt vielmehr die Naturprocesse möglichst objectiv in ihrem gesetzmässigen Fortgange, so kann man in den geschlechtsreifen Individuen nur einen bestimmten Zustand unter einer Reihe von anderen erkennen, durch welche die Art während der Ausführung ihrer Lebensgeschichte hindurch geht, und die sich in gesetzmässiger Aufeinanderfolge immer von neuem wiederholen. Es giebt dann keinen natürlichen Anfang, auch kein natürliches Ende; jeder Zustand enthält die Bedingungen zum Auftreten des folgenden und ist selbst bedingt durch den vorausgehenden; jeder Zustand betheiligt sich in seiner Weise an der Verwirklichung der Lebensgeschichte der Art in den beiden Hauptrichtungen der Lebensäusserungen, im Verkehr mit der Aussenwelt und im Fortpflanzungsleben; jeder Zustand hat daher ein gleiches Anrecht auf die Vertretung der Art in ihrem Lebensverlaufe. Diesen, wie mir scheint, ganz unabweisslichen Forderungen gegenüber ist es nicht schwer, von der Unhaltbarkeit der oben bezeichneten Anschauungsweise auch im Einzelnen sich zu überzeugen. Man hat zunächst von allen Zuständen, in welchen die Art während der Ausführung ihrer Lebensgeschichte sich offenbart, sein besonderes Augenmerk auf die, durch den Entwickelungsprozess näher zusammengehaltenen Zustände gerichtet und hierbei im teleologischen Sinne das Endglied der Reihe, als das Ziel der Entwickelung berücksichtigen zu müssen geglaubt. Abgesehen nun davon, dass bei einem solchen Verfahren die freien Keimzustände der Art gänzlich in den Hintergrund gedrängt werden und keine Würdigung finden können, so würde doch selbst auf dem teleologischen Stand-

punkte das Anfangsglied der Reihe ein gleiches Recht der Bevorzugung für sich in Anspruch nehmen dürfen. Betrachtet man überdies die Naturprocesse ohne teleologische Rücksichten nach ihrem gesetzlichen Vorgange, so zeigt sich bei der Verwirklichung eines Entwickelungsprocesses jeder Zustand darin von gleichem und homologem Werthe; mit dem Unterschiede jedoch, dass das Anfangsglied in der Entwickelungsreihe für den Process selbst nur eine Zukunft, das Endglied nur eine Vergangenheit, die dazwischen liegenden Glieder beides zugleich aufzuweisen haben. Man hat ferner bei der bevorzugten Stellung der geschlechtsreifen Zustände in der Lebensgeschichte der Art einen besonderen Werth auf die in ihnen sich kundgebenden Lebens-Aeusserungen gelegt. Es ist nun nicht zu verkennen, dass der Verkehr mit der Aussenwelt in den geschlechtsreifen Zuständen seinen Höhenpunkt erreicht und am ausgebreitetsten ist. Allein es ist darin doch nur ein gradueller Unterschied von den vorausgehenden Zuständen der Entwickelungsreihe gegeben. In Betreff der Fortpflanzungserscheinungen ferner, in welchen sich die nächste Beziehung zur Fortführung der Lebensgeschichte der Art offenbart, beschränken sich sogar die Leistungen meist nur auf Aeusserungen der Brutpflege. Denn die beiden wichtigsten Akte in dem Fortpflanzungsleben der Art sind offenbar: derjenige, durch welchen die Geschlechtsorgane gebildet, also die Grundlagen für die geschlechtlich differenzirten Keime (Saamenkörperchen und Eier) gelegt werden und den ich den eigentlichen Zeugungsakt nennen möchte, — und der Befruchtungsakt. Bei beiden Akten sind grade die geschlechtsreifen Individuen direkt nicht betheiligt.

Die letzte Thatsache lenkt unsere Aufmerksamkeit zugleich auf die Spermatozoen und Eier, welche bei der in Rede stehenden Anschauungsweise der Lebensgeschichte der Art wie Sekrete oder Exkrete der geschlechtsreifen Zustände behandelt werden. Es würde mich zu weit führen, auf diese Kontroverse hier ausführlicher einzugehen, zumal dieselbe zu verschiedenen Malen von mir besprochen worden (Vergl. Müll. Arch. 1847; p. 133 sqq.). Die Geschlechtsorgane sind ihrer wesentlichen Natur nach nicht den Drüsenapparaten oder überhaupt irgend einem Organe, das für den Verkehr mit der Aussenwelt bestimmt ist, gleichzustellen. Sie enthalten in ihren wesentlicheren Theilen, in den Keimen Alles das implicite, was in den übrigen Organen in der Gesammtheit explicite gegeben ist. Bei unbefangener Betrachtung der Lebensgeschichte der Art kann nicht der mindeste Zweifel darüber obwalten, dass die ausgestossenen und freigewordenen Saamenkörperchen und Eier selbstständig, wenn auch unter der Brutpflege der Erzeuger, den Befruchtungsakt ausführen, selbstständig also den Faden der Lebensgeschichte der Art fortspinnen und daher nothwendig als selbstständige Vertreter der Art im geschlechtlich differenzirten Keimzustande anzusehen sind. In dieser Vertretung zeigen sogar die Spermatozoen und

Eier in Gemeinschaft eine emanzipirte Stellung gegenüber den übrigen Zuständen und auch den geschlechtsreifen männlichen und weiblichen. Alle übrigen Zustände nämlich sind durch eine Entwickelungsreihe an einander gekettet, die im befruchteten Eizustande beginnt und kontinuirlich fortläuft. Dadurch sind sie unzertrennlich zu einer Einheit verbunden, deren Auftreten in der Lebensgeschichte der Art durch den Befruchtungsakt herbeigeführt wird. Die Spermatozoen und Eier dagegen sind aus jener Reihe emanzipirt, und, da sie in Gemeinschaft die Bedingungen zum Auftreten derselben enthalten, so stellen sie sich als Einheit der ganzen Entwickelungsreise mit ihren geschlechtlich differenzirten Endgliedern gegenüber, aus welcher sie selbst wiederum durch Zeugung hervorgegangen.

Auf diesem Standpunkte wird man also genöthigt, in der Lebens- und Fortpflanzungsgeschichte der Art den Wechsel zweier Hauptzustände aufzufassen. Der eine Hauptzustand umfasst als Einheit eine ganze Entwickelungsreihe von Zuständen. Die Art entfaltet sich darin zum regen Verkehr mit der Aussenwelt, und während der Entwickelung treten die Zeugungsakte auf; die Zustände sind anfangs ungeschlechtlich, dann geschlechtlich differenzirt. Durch den geschlechtlich differenzirten Zeugungsakt werden die Grundlagen gelegt: für die Fortführung der Lebensgeschichte der Art und für das Auftreten des zweiten Hauptzustandes derselben, der freien Spermatozoen und Eier. In ihnen ist die Art in die Form geschlechtlich differenzirter Keimzustände zurückgekehrt; der Verkehr mit der Aussenwelt liegt darnieder; die hauptsächlichste Leistung der Spermatozoen und Eier äussert sich in dem Befruchtungsakt, in der Vermischung zweier geschlechtlich differenzirter Keimstoffe, in der Begründung des ungeschlechtlichen, befruchteten Eizustandes. In ihm ist zugleich die Grundlage zu einem neuen Cyclus in der Lebensgeschichte der Art, und zwar zunächst zu einer neuen Entwickelungsreihe von Zuständen für den Verkehr mit der Aussenwelt, gegeben. Man überzeugt sich übrigens, dass der befruchtete Eizustand vor Beginn der Entwickelung noch zu der Keimform der Art hinzugezogen werden muss, so dass letztere aus den geschlechtlich differenzirten Keimzuständen und dem ungeschlechtlichen Eizustande besteht. Die Lebens- und Fortpflanzungsgeschichte der Art gestaltet sich demnach genau genommen so, dass der eine Hauptzustand (für den Verkehr mit der Aussenwelt) mit dem ersten Entwickelungsakt, mit der Bildung der ersten Furchungskugelzelle ungeschlechtlich beginnt und nach einer Reihe ungeschlechtlicher Zustände, in Folge des geschlechtlichen Zeugungsaktes, in die geschlechtlich differenzirten Endglieder übergeht, in welchen letzteren die Grundlagen des zweiten Hauptzustandes, der Keimform der Art, enthalten sind. Diese letztere dagegen tritt in den freien Saamenkörperchen und Eiern zuerst mit geschlechtlicher Differenz auf und geht durch den Be-

fruchtungsakt in den ungeschlechtlichen Keimzustand über, in welchem wiederum die Grundlage des nun folgenden, zuerst bezeichneten Hauptzustandes vorliegt.

Aus der Analyse der Lebens- und Fortpflanzungsgeschichte der Art ist demnach, wie sich gezeigt, die bevorzugte Stellung der geschlechtsreifen Zustände nicht zu erfassen. Es giebt einen anderen Standpunkt, auf welchem man die Beziehung der Arten zur allgemeinen Schöpfungs- und Entwickelungsreihe in der organischen Natur zu würdigen hat; auf diesen müssen die entwickelten, geschlechtsreifen Zustände ihre besondere Beachtung finden. Diese Betrachtung jedoch liegt uns hier fern; wir bewegen uns mit dem Fortpflanzungsprocesse in der Art selbst. Gleichwohl wäre, wie gesagt, bei vorliegenden Erörterungen gegen die Beschränkung des Namens „Individuum" auf die geschlechtsreifen Zustände der Art nichts einzuwenden, wenn man dabei von den besprochenen Neben-Vorstellungen absehen und consequent daran festhalten würde. Nun aber geschieht es alltäglich, dass man auch die weniger entwickelten, geschlechtlich differenzirten oder auch ungeschlechtlichen Zustände der Art mit dem Namen „Individuum" belegt. Andrerseits denkt man sich, wenn von Individuen der Art die Rede ist, zu den geschlechtsreifen Zuständen stillschweigend die ganze vorausgehende Reihe von Entwickelungszuständen hinzu. So gebraucht die wissenschaftliche Sprache das Wort „Individuum" zwar konsequent bei einer bestimmten Kategorie von Zuständen der Art, jenen nämlich, in welchen dieselbe für den Verkehr mit der Aussenwelt sich explicirt; sie hat jedoch, der Natur dieser Zustände entsprechend, sich bald in engeren, bald in weiteren Grenzen bewegt. Im letzteren Falle hatte man eine ganze, in sich zu einer Einheit abgeschlossene Entwickelungsreihe von Zuständen und die darin ausgesprochene Lebensgeschichte vor Augen; im ersteren bildete ein beliebiges Glied aus der kontinuirlichen Kette dieser Zustände die zu berücksichtigende Einheit. Für die Analyse des geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprocesses ist die genaue Unterscheidung jener beiden verschiedenen Einheiten von der grössten Wichtigkeit. Ich werde mich da, wo es sich um die ganze Entwickelungsreihe von Zuständen und ihre Lebensgeschichte handelt, des Ausdrucks „Individuum im weiteren Sinne" oder kurz „Art-Individualität" bedienen. Von diesem Individuum im weiteren Sinne wissen wir, dass es als Hauptzustand direkt in den Wechselprozess der Lebensgeschichte der Art eingreift und mit seinem charakteristischen Verhalten den Keimzuständen der Art gegenüber steht. Wo dagegen von den einzelnen Gliedern in der Entwickelungsreihe die Rede ist, da werde ich diese Einheit „Individuum im engeren Sinne" oder „Individuum" schlechtweg benennen. Diese Individuen erhalten erst durch Vermittelung der Entwickelungsreihe, an welche sie gekettet sind, ihre Beziehung zur Lebensgeschichte der Art; das Individuum im weiteren Sinne ist also die nächste Einheit für sie. Jeder organisirte Zustand, welcher an der Verwirklichung der

Lebensgeschichte der Art-Individualität in unmittelbarer Weise sich betheiligt, ist ein Individuum im engeren Sinne. Nach dieser Beziehung richten sich auch die Unterschiede unter ihnen, und als der hauptsächlichste wäre hier der aufzunehmen, dass ungeschlechtliche Individuen jedes Mal den geschlechtlich differenzirten in der Entwickelungsreihe vorausgehen.

Durch die genauere Bestimmung des Individuums im weiteren und engeren Sinne ist, wie ich glaube, der Theorie und der an die späteren Untersuchungen gestellten Forderung vollkommen Genüge geleistet. Es wurde hierbei eine sehr gewöhnliche Weise des Verlaufes der Lebensgeschichte der Art zum Grunde gelegt. Auf den niedrigsten Stufen der organischen Schöpfung wird dieselbe sich anders verhalten. Die Gegensätze zwischen den beiden Hauptzuständen der Art, zwischen dem Keimzustande und dem Individuum im weiteren Sinne, dürften weniger hervortreten und für uns kaum bemerkbar sein. Auch scheint es zweifelhaft, dass die Art-Individualität hier bis zu geschlechtlich differenzirten Endgliedern sich entfaltet. Dergleichen Verhältnisse vereinfachen die Lebensgeschichte der Art und die darin auftretenden Zustände, und hiernach wird die genauere Bestimmung des Individuums im weiteren und engeren Sinne sich zu richten haben. Ginge diese Vereinfachung so weit, dass die Art-Individualität auch im entwickeltesten Zustande nur durch eine einfache, elementare Zelle repräsentirt wäre, so würden sich allerdings bei Durchführung unserer Aufgabe Eigenthümlichkeiten und Schwierigkeiten herausstellen, die in der Natur dieses einfachsten Organismus, seines Zeugungs- und Entwickelungslebens begründet sind. Von diesem Gebiete glaube ich jedoch die Analyse des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprocesses fern halten zu dürfen.

Dahingegen kann ich nicht umhin schon hier die Schwierigkeiten zu berühren, welche in praktischer Beziehung, namentlich bei Auffassung und Bestimmung des Individuums im engeren Sinne, durch das Auftreten der Individuen-Stöcke herbeigeführt werden. Grade im Bereiche der einfacheren Schöpfungen sucht die Natur durch systematisch aggregirte Individuen-Stöcke die grösste Mannigfaltigkeit von Lebensformen zu erzielen, und das Mittel dazu ist die sogenannte ungeschlechtliche Knospenzeugung. Die zu einem Thier- oder Pflanzenstock vereinigten Individuen gehören der Lebensgeschichte eines Individuums im weiteren Sinne an und vertreten dieselbe gemeinhin in einem grösseren oder kleineren Abschnitte. Je inniger ihre Vereinigung ist, um so auffallender wird an einem solchen Stocke das einheitliche Gepräge, sowohl in Rücksicht des morphologischen Verhaltens, als hinsichtlich der von den einzelnen Individuen dem gemeinschaftlichen Leben dargebrachten Leistungen im Verkehr mit der Aussenwelt und im Fortpflanzungsleben. Auf diese Weise offenbaren sich an den Thier- und Pflanzen-Stöcken Eigenschaften, die man an einfachen Individuen und ihren Organen zu beobachten gewohnt ist; und

immer von neuem wird sich daher die Frage erheben, ob man es im konkreten Falle mit einem einfachen Individuum oder einem Individuen-Stocke zu thun habe, oder, ob ein bestimmter Bestandtheil des vorliegenden Wesens für ein Organ oder für ein Individuum zu halten sei. Je inhaltschwerer diese Frage für die Analyse des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprocesses ist, um so nothwendiger erscheint es, wenigstens für die Theorie, den Begriff des Individuums gegenüber dem eines Organes zu determiniren. Bei diesem Unternehmen darf man sich nicht an organisirte Zustände halten, von denen es zweifelhaft bleiben muss, ob ihnen das Prädikat eines einfachen Individuums zukomme. Dergleichen Zustände zeigen sich in den ersten Zeiten der Lebensgeschichte auch in einer solchen Art-Individualität, die im weiteren Entwickelungsverlauf in den Zustand eines entschieden einfachen Individuums übergeht; sie sind ferner häufig auf den niedrigsten Stufen organischer Schöpfung anzutreffen. Wir haben vielmehr das charakteristische Verhalten allgemein anerkannter, einfacher Individuen zu studiren, in welchen, ausser dem für die geschlechtliche oder ungeschlechtliche Fortpflanzung bestimmten Materiale, eine grössere oder kleinere Summe von Bestandtheilen oder Organen für den Verkehr mit der Aussenwelt und mit dem spezifischen Gepräge des einfachen Individuums gegeben ist.

Hiernach ist ein einfaches Individuum als ein einheitliches System im eigentlichen Sinne des Wortes zu denken, in welchem die Bestandtheile oder Organe in logischer Unterordnung bis zu den Endgliedern herab sich gliedern. Alle diese Organe zusammen genommen formiren eine abgeschlossene, untheilbare Einheit; kein Organ kann für sich diese Einheit, d. h. das Individuum, repräsentiren, jedes wird vielmehr nach allen Beziehungen hin durch seine Stellung in dem System selbst determinirt. Ein solches System wird nicht aus seinen Organen zusammengesetzt und aufgebaut, sondern durch Entwickelung producirt. Eine entwickelungsfähige Grundlage sondert und differenzirt sich durch Entwickelungsakte in die Haupt- und dann weiter in die Unter-Bestandtheile nach streng logischer Analyse, und daraus gehen die Organe hervor, aus welchen dann das System zusammengesetzt erscheint. Ein Individuen-Stock, wie beschaffen er auch sein mag, ist in allen Fällen seiner Natur nach ein Aggregat. Die Einheit in demselben resultirt aus der gemeinschaftlichen und gleichen Beziehung der Bestandtheile (Individuen) zur Verwirklichung der Lebensgeschichte der Art-Individualität, und dieser, so wie ihrer Entwickelungsreihe sind die einzelnen Bestandtheile zunächst untergeordnet. Die Individuen eines Thier- oder Pflanzen-Stockes können daher wohl nach bestimmten Gesetzen geordnet sein, im gemeinschaftlichen Zusammenleben ihre besondern Leistungen haben, und der ganze Stock in dieser Beziehung ein systematisirtes und organisirtes Gepräge offenbaren. Da jedoch die aggregirten Individuen in allen Fällen zunächst als Zustände und Glieder der Art-Individualität anzusehen sind, und diese

selbst zwar den Charakter der Einheit einer Entwickelungsreihe, nicht aber den eines einheitlichen Systems in ihrer Lebensgeschichte zeigt; so wird jenes systematisirte Wesen nur als ein äusseres Moment Geltung haben können. Die Individuen eines Stockes vermögen daher auch, wie bekannt, dieses äussere Band abzuwerfen und selbstständig ihre Aufgabe in der Lebensgeschichte der Art-Individualität und dadurch auch jene für die Art selbst zu erfüllen. Der Bestandtheil eines einfachen Individuums (d. h. ein wirkliches Organ) dagegen hat keine andere Wahl als in dem System selbst wirksam zu sein. Ein wichtiger Unterschied zwischen einem wirklichen Organ und dem Bestandtheil eines Stockes resultirt aus der Genesis. Die Bestandtheile eines Stockes, mag letzterer ein Individuen- oder, so zu sagen, ein Organ-Stock sein, werden durch Zeugung producirt und treten nachträglich durch organisirte Verbindung zu einer immerhin systematischen Komposition zusammen. Nur durch den Zeugungsakt werden organisirte Zustände geschaffen von solchem einheitlichen Werthe, wie sie in einem Stocke enthalten sind; die durch die Zeugungsakte delegirten Keime enthalten die Einheit des zeugenden Stammes im Keimzustande. Auch bei der Zeugung tritt eine Art Sonderung auf; von einer entwickelungsfähigen oder in der Entwickelung begriffenen Grundlage wird ein bisher indifferentes Material als Keim von dem übrigen differenzirten Bestandtheile geschieden. Allein beide Theile sind nur verschiedene, in dem Fortpflanzungsprocess zeitlich aufeinanderfolgende Zustände einer und derselben Einheit, von denen der eine als Keim implicite das giebt, was der andere explicite enthält: es sind aber nicht zwei in die Gliederung eines einheitlichen Systems aufgehende und durch den Entwickelungsakt gegensätzlich geschiedene Bestandtheile.

In der Theorie lassen sich demnach die Unterschiede zwischen Individuen-Stöcken und einfachen Individuen mit ihren Bestandtheilen scharf und genau feststellen; in der Praxis dagegen stossen wir auf unüberwindliche Schwierigkeiten, die zum Theil auf unseren mangelhaften Kenntnissen, nicht selten aber auch auf einer mangelhaften Ausbildung der Begriffe beruhen. Die Entscheidung würde ausserordentlich erleichtert werden, wenn die zu einem Stock zusammentretenden Individuen durch schärfere und entwickeltere Gliederung in ihrem Organ-Komplexe sich auszeichneten. Nun aber sind die Individuen-Stöcke grade am häufigsten auf den niedrigsten Stufen der organischen Schöpfung; und so geschieht es denn, dass die äussere Systematik des Aggregats vorzugsweise dem Beobachter imponirt und die Erkenntniss der dem einfachen Individuum zugehörigen Gliederung verdeckt und erschwert. Es mag genügen hier auf die Pflanzen-Stöcke hinzuweisen. So viel geht jedoch aus den obigen Erörterungen hervor, dass überall, wo in einem vorliegenden Einzelwesen homologe Bestandtheile wiederkehren, und die Unterschiede entweder auf eine unter ihnen obwaltende Entwickelungsreihe der Art-Indivi-

dualität oder ausschliesslich auf das gemeinschaftliche Zusammenleben derselben sich zurückführen lassen, der Vermuthung Raum gegeben werden müsse, man habe es mit einem Individuen-Stocke zu thun. In Grundlage ferner der besprochenen Unterschiede zwischen einem Organ als Bestandtheil eines einfachen Individuums und den Gliedern eines Individuen-Stockes ist man in zweifelhaften Fällen bemüht gewesen, durch ein Experiment die Frage zu entscheiden. Man hat den fraglichen Bestandtheil abgelöset und beobachtet, ob derselbe nunmehr selbstständig sich zu erhalten und namentlich die Lebensgeschichte der Art fortzuführen im Stande sei oder nicht. Dieses Experiment stützt sich auf eine anerkannte Thatsache; die Frage ist bestimmt und scharf gestellt; die Antwort lautet gleichfalls bestimmt und dennoch ist sie, wie so häufig bei Experimenten, in welchen eine Summe von unbekannten Grössen ausser Betracht gelassen wird, nur sehr bedingt entscheidend. Fällt nämlich die Antwort bejahend aus, so ist zwar das Resultat sicher, dass der fragliche Bestandtheil nicht für ein Organ gelten könne; allein es ist nicht erwiesen, dass derselbe ein einfaches Individuum darstelle, da auch ein vom Stocke abgetrennter Individuen-Komplex zu gleichem Resultate beim Experimentiren führen würde. Fällt dagegen die Antwort verneinend aus, so ist daraus allein nicht nothwendig zu folgern, dass der fragliche Bestandtheil ein Organ sei, indem derselbe möglicher Weise unter Verhältnissen gelebt hat oder beim Experimentiren unter Bedingungen gestellt worden ist, die es ihm unmöglich machen, im abgelöseten Zustande die seiner Natur inwohnende Befähigung zum Effekt zu bringen. Das unstreitig sicherste Kriterium für die praktische Behandlung solcher zweifelhaften Fälle bietet nach meinem Dafürhalten das Studium der Entwickelungsgeschichte dar. Die Organe eines einfachen Individuums werden durch Entwickelung oder Differenzirung gebildet; die individuellen Bestandtheile eines Individuen-Stockes verdanken einem Zeugungsakte ihre Entstehung. Macht man daher die Beobachtung, dass während der Entwickelung der Art-Individualität aus dem befruchteten Ei in irgend einem Zustande aus dem mehr oder weniger verborgenen, indifferenten Bildungsmateriale Keim-Grundlagen delegirt werden, an welchen durch Entwickelung Bestandtheile denen homolog hervortreten, die bereits vorhanden sind; so liegt ein genetischer Process vor, aus welchem, mögen alte und neue Bestandtheile nachträglich in die innigste organisirte Verbindung zu einander treten, auf das Vorhandensein eines Individuen-Stockes geschlossen werden muss. Die Entstehungsweise anerkannter Thier- und Pflanzen-Stöcke liefern zahlreiche Belege für die Wahrheit des obigen Ausspruches. Leider sind genaue, zur Entscheidung zweifelhafter Fälle verwendbare Beobachtungen aus der Genesis nicht nur sparsam vorzufinden, sondern auch gewöhnlich äusserst schwierig auszuführen. Die ersten Keim-Grundlagen liegen häufig sehr versteckt und entziehen sich der Beobachtung. Erst in den späteren Stadien der Entwickelung, wann

vielleicht schon eine organisirte Verbindung zwischen dem neuerzeugten Gliede und dem zeugenden Stamm eingetreten, wird unsere Aufmerksamkeit darauf hingelenkt. Hier kann man sehr leicht dazu verleitet werden, den ganzen Process als einen Entwickelungsakt aufzufassen, oder als ein Zeugungsphänomen im Bereiche der einzelnen Bestandtheile (Organe) des zeugenden Stamms, so etwa, wie bekanntlich die Vermehrung der Wirbel-Abtheilungen in der Anlage des Wirbelsystems oder die Bildung einer zusammengesetzten Drüse durch Sprossenzeugung geschieht, wobei natürlich von dem Aufbau eines Individuen-Stocks nicht die Rede ist. Daher ist es besonders wichtig, durch die Untersuchung ermittelt zu haben, ob aus einer etwa vorhandenen Keimgrundlage nur ein oder alle, wichtigsten homologen Bestandtheile des zeugenden Stammes hervorgegangen sind. Dergleichen Schwierigkeiten müssen ihren höchsten Grad erreichen, wenn die gezeugten Individuen zu keiner Zeit gleichsam aus dem Parenchym des zeugenden Stammes nach aussen hervortreten, sondern nur zur kontinuirlichen Vergrösserung des letzteren nach einer oder mehreren Richtungen beitragen; und wenn man es mit zeugenden Zuständen von wenig markirter, innerer Gliederung zu thun hat.

Die genauere Bestimmung des Begriffs „Individuum" hatte zur Unterscheidung der Art-Individualität und des Individuums im engeren Sinne als Zustände der ersteren geführt. An den Individuen im engeren Sinne wurde zugleich der ungeschlechtliche und der geschlechtlich differenzirte Charakter hervorgehoben, und darauf die Unterschiede besprochen, welche zwischen einem Individuen-Stock und einem einfachen Individuum gegeben sind. Bei dieser Erörterung habe ich den Individuen-Stock und auch grade diesem gegenüber das einfache Individuum in der reinsten Ausprägung aufgefasst, und dabei von zweifelhaften Fällen und gewissen frühsten Zuständen der Art-Individualität, die jenen mit dem spezifischen Charakter der Einfachheit und Einheitlichkeit vorausgehen, gänzlich abgesehen. Zur Rechtfertigung dieses Verfahrens und, um zugleich auch den Charakter der Zustände in der Art-Individualität nach dieser Seite hin zu würdigen, mögen folgende Bemerkungen dienen. Die Erfahrung lehrt bei Thieren und Pflanzen, dass das Entwickelungsleben der Art-Individualität in dem befruchteten Eie durch einen Zeugungsprocess eingeleitet wird, nämlich durch die Zeugung der ersten Furchungskugelzelle, welcher die Behaftungen der vereinigten, geschlechtlich differenzirten Keimstoffe der Art übertragen werden. Sodann folgen bei den Thieren in dem bekannten Fortgange des Furchungsprocesses neue Zeugungsakte, und zwar so, dass in einem Akt aus der ersten Zelle gleichzeitig zwei Brutzellen gezeugt werden, und dass dieser Process dann weiter in gleicher Weise von jeder neu entstandenen Zelle mit geringen Abweichungen fortgesetzt wird. Die Behaftungen der ersten Furchungskugelzelle vererben sich so auf je zwei, vier und schliesslich auf eine grössere oder geringere Summe von Zellen, die

gleichwohl, von der Grösse abgesehen, ihrer wesentlichen Natur nach der ersten Mutterzelle gleichen. Die Art-Individualität ist demnach anfangs durch eine einzige, später in arithmetischer Reihenfolge durch eine Summe sich nahezu gleichender Zellen vertreten; und ein Zellen-Zeugungsprocess führte diese Veränderungen herbei. Ueber die wichtigsten Eigenschaften dieser Zustände belehrt uns das Verhalten der Lebensgeschichte der Art-Individualität im weiteren Verlaufe. Man beobachtet, dass nunmehr schliesslich ein solcher Haufen von Zellen als Gesammtheit in den eigentlichen Entwickelungsprocess eintritt und zur Produktion von Zuständen führt, die den beschriebenen Charakter eines einfachen Individuums an sich tragen. Neben den Organen, in denen sich dieser Charakter ausdrückt, finden sich jedoch Zellen, jedenfalls Nachkommen der ursprünglichen, vor, die durch einen Zeugungsakt zur Vertretung der Art-Individualität in Keimform delegirt werden. Man weiss ferner, dass, pathologisch selbst bei höheren Thieren (Doppel-Misgeburten), nicht der Haufen von Zellen in der Gesammtheit, sondern in zwei oder mehreren Gruppen gesondert zu dem Zustande eines einfachen Individuums sich entwickelt, und dass bei niedrigen Thieren, höchst wahrscheinlich sogar normal, jede einzelne Zelle dieses auszuführen im Stande ist. Aus diesen Thatsachen ergiebt sich, dass die Furchungskugelzellen sowohl einzeln als in der Gesammtheit in ein einfaches Individuum übergehen können, und dass demnach die Art-Individualität in den frühesten Zeiten ihres Entwickelungslebens durch Zustände vertreten wird, in welchen potentiâ sowohl die Einheit des einfachen Individuums als auch eine Vielheit von Individuen verborgen liegt. Wir sehen ferner diese Zustände dadurch entstehen, dass die erste Furchungskugelzelle nicht eine Brutzelle nach der anderen, sondern in einem Akt gleichzeitig zwei zeugte, die zwar einzeln im Wesentlichen der Mutter gleichen, die aber auch zugleich gemeinsam die Behaftung der ersten Furchungskugelzelle, zu einem einfachen Individuum sich weiter zu entwickeln, erhalten haben, und so fort. Man kann den bezeichneten Zuständen der Art-Individualität hiernach weder den Charakter des einfachen Individuums, noch den eines Individuen-Stockes vindiciren; sie enthalten Beides, aber nur potentiell. Sieht man auf den nothwendigen weiteren Fortgang der Lebensgeschichte der Art-Individualität, so zeigen sich diese Zustände als Uebergangsstufen aus dem einzelligen Zustande in diejenigen, wo die Art-Individualität durch eine Mehrzahl von Zellen zur Form eines einfachen Individuums sich entwickelt; und man kann zugleich nicht verkennen, dass einzelne an diesem Entwickelungsprocess sich nicht direkt betheiligende Zellen auch dann noch, obschon unter veränderten Verhältnissen, ihre ursprüngliche Eigenschaft, selbstständig in die Lebensgeschichte der Art-Individualität einzugreifen, zur Geltung bringen. Wo die Art-Individualität auch in ihrer entwickeltesten Lebensform nur durch eine einfache Zelle repräsentirt wäre, da würde natürlich ein wesentliches Moment für die Auffassung solcher

Uebergangsstufen fehlen; und ein Haufen Zellen, wenn er in Vereinigung lebte, würde den Charakter eines Individuen-Stockes offenbaren müssen.

Nach diesen Erläuterungen wende ich mich zur ungeschlechtlichen oder monogenen Zeugung und ihrem Verhältniss zum Generationswechsel. Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung ist die ungeschlechtliche eine längst bekannte Thatsache. Man beobachtete, dass von Pflanzen und niederen Thieren Keime sich ablöseten, die entweder frei als Keimkörner oder Sporen, oder in organisirter Verbindung mit dem zeugenden Stamm als Knospen zu einer neuen Generation von Individuen sich entwickelten, ohne dass der gezeugte Keim zu dieser Entwickelung einer Vermischung mit einem anderen Keimstoffe bedurfte. Man hatte ferner die Erfahrung gemacht, dass Pflanzen und Thiere, denen man den Charakter eines einfachen Individuums zuschreiben zu müssen glaubte, in einzelne Stücke auf natürlichem Wege sich theilten oder auf künstlichem Wege in gewisser oder beliebiger Richtung getheilt werden konnten, und dass diese, Organen gleichzuachtenden Stücke, nunmehr selbstständig die Lebensgeschichte der Art-Individualität fortzuführen im Stande waren. Eine Zeitlang glaubte man endlich, dass die Art-Individualität auch nur durch weibliche Individuen vertreten sein könne, deren Eier dann ohne Vermischung mit einem männlich differenzirten Keimstoff entwickelungsfähig seien. Was vor zehn Jahren zurück aus den vorliegenden Erfahrungen und Beobachtungen für die Theorie der ungeschlechtlichen Zeugung zu machen war, das hat *J. Müller* im siebenten Buche seiner Physiologie in der scharfsinnigsten Weise ausgeführt. Er war es auch, der eine genaue Unterscheidung der Eier von den Knospen und Sporen gab, und der die Annahme einer monogenen Fortpflanzung durch ausschliessliche Vermittelung weiblicher Individuen und deren Eier, wegen des darin enthaltenen Widerspruchs und in Grundlage der erweiterten Erkenntnisse über die Geschlechtsapparate der Thiere, für unzulässig erklärte.

Gleichwohl zeigte sich das empirische Material noch zu mangelhaft, um die Beziehung der ungeschlechtlichen Zeugung zur Lebensgeschichte der Art-Individualität und die Unterschiede von der geschlechtlichen Fortpflanzung nach den wesentlichsten Momenten im ganzen Umfange übersehen zu lassen. Auffallend war allerdings die bekannte Thatsache, dass bei den Pflanzen durch ungeschlechtliche Fortpflanzung mittelst Knospen und Sprösslinge allein sicher die spezifischen Eigenschaften der Art-Individualität, durch geschlechtliche Fortpflanzung dagegen mehr die allgemeinen Eigenschaften der Art selbst sich übertragen. Diese bemerkenswerthe Thatsache blieb vereinzelt stehen oder wurde nur auf Rechnung der Vermischung zweier geschlechtlich differenzirter Keimstoffe gebracht, obschon die Blüthe und die Knospe einem und demselben Baume angehören, also dieselben Eigenschaften vererben könnten, und dennoch jenen Unterschied in Betreff der

Fortpflanzung zeigen. Den Hauptunterschied zwischen der geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fortpflanzung sah man darin, dass die delegirten und auf natürlichem oder künstlichem Wege abgelöseten, keimfähigen Bestandtheile in dem letzteren Falle unmittelbar, in dem ersteren dagegen nur nach erfolgter Ergänzung und Anregung durch einen zweiten Keim sich entwickelten. Zu diesen letzteren Fällen würde auch die Konjugation der Konferven zu rechnen sein, sobald man den Befruchtungsakt nicht grade für einen Anregungs- und Ergänzungs-Process, sondern für einen Vereinigungs- und Vermischungs-Akt hält. Wir dachten uns ferner dabei, — und dieses ist besonders charakteristisch für unsere Vorstellungen gegenüber den neueren Fortschritten, — dass in dem Cyclus der Lebensgeschichte der Art durch beide Fortpflanzungsformen in ganz gleicher Weise die Entwickelungsreihe einer nächstfolgenden Art-Individualität, einer wirklich neuen Generation herbeigeführt würde. Dieses konnte ein Mal so geschehen, dass auf den niedrigsten Stufen organischer Schöpfung in der Entwickelungsreihe ihrer Art-Individualitäten geschlechtlich differenzirte Endglieder gänzlich fehlten; ein anderes Mal dagegen fand man und findet selbst heut zu Tage auch nicht den geringsten Widerspruch in der Annahme, dass wirklich einfache oder doch so aufgefasste geschlechtlich differenzirte Individuen nach Belieben gleichzeitig oder zu verschiedenen Jahreszeiten durch ungeschlechtliche und geschlechtlich differenzirte Zeugung das Fortpflanzungsgeschäft in der Art unterhalten.

So standen die Angelegenheiten vor zehn Jahren, da erschien das Werk *Steenstrup's* „Ueber den Generationswechsel" etc. Der Verfasser zeigte, dass bei verschiedenen niederen Thieren (Glockenpolypen, Kolbenpolypen, Medusen, Salpen und Eingeweidewürmern) die befruchteten Eier nicht unmittelbar zu den geschlechtlich differenzirten Individuen sich entwickeln, sondern dass zuerst eine diesen unähnliche Brut oder Generation von Individuen auftrete, die durch ungeschlechtliche Zeugung eine neue Generation hervorbringe; und dass dann diese Brut entweder unmittelbar zur entwickelten Form der Art-Individualität sich verwandele, oder dass auch sie das Endziel noch nicht erreiche, und vielmehr ein ähnlicher Process sich ein oder mehre Male wiederhole, bevor die geschlechtlich differenzirten Endglieder erscheinen. Er verwies ferner auf die ähnlichen Erscheinungen bei den Blattläusen, Vorticellen und Pflanzen-Stöcken und hebt besonders hervor, dass die Aufeinanderfolge und der Wechsel der Generationen gesetzlich, und dass bei den verschiedenen Thieren das Auftreten der geschlechtlich differenzirten Individuen an bestimmte Generationen gebunden sei. *Steenstrup* ist der Ansicht, dass jene Generationen, welche während der Entwickelung des befruchteten Eies zu den geschlechtlich differenzirten Endgliedern das Auftreten der letzteren gleichsam vorbereiten, auf einer niedrigen Stufe dasjenige wiederholen, was wir an den gesellig in Kolonien lebenden

Insekten (Termiten, Ameisen, Wespen, Bienen etc.) schon lange bewundert haben. Wie hier die, aus den zuerst gelegten Eiern entwickelten Individuen (Arbeiter, Pflegerinnen etc.), unter Verkrüppelung der Fortpflanzungsorgane, eine vorbereitende Brut darstellen, die zur Pflege der aus den später gelegten Eiern hervorgehenden Männchen und Weibchen verwendet werden; so geschehe es in ähnlicher Weise mit den vorbereitenden Generationen in dem sogenannten Generationswechsel, durch welchen überdiess zur Unterhaltung der Art für ein einziges befruchtetes Ei eine grosse Menge geschlechtlich differenzirter Individuen gesetzt werde. Der Generationswechsel zeige sich demnach als ein Akt der Brutpflege, als ein Aufammungsprocess; die vorbereitenden Generationen werden ammende Generationen, die einzelnen Individuen Ammen, Grossammen u. s. w. genannt.

Die Beobachtungen, auf welche ***Steenstrup*** seine Theorie des Generationswechsels stützte, waren grösstentheils nicht neu. Man kannte die wechselnden Generationen der Salpen durch ***Chamisso***, diejenigen der Medusen durch ***Sars*** und ***v. Siebold***, die der Kolbenpolypen durch ***Lovén***; ja, nach dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft dürften sie fast überall wieder gefunden werden, wo sonst von ungeschlechtlicher Fortpflanzung die Rede gewesen ist. Allein die Deutung der Erscheinungen war eine wesentlich andere. Wo das genetische Verhältniss der wechselnden Generationen zu einander noch unbekannt war, da dachte man an eine parasitische Lebensweise; wo unsere Erfahrungen weiter reichten, da wurde das Zeugungsmoment entweder gänzlich vernachlässigt und der Process, wie bei den Pflanzen, zu einer Metamorphose gestempelt; oder, wenn dies nicht der Fall war, dann dachte man an Superfœcundatio (Aphiden), oder an eine ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzungsweise in dem oben bezeichneten Sinne, in welchem die wechselnden Generationen mit ihrer Entwickelung als gleichwerthige Repräsentanten der zoologischen Art galten. Die Cercarien mit der darin enthaltenen Brut (Trematoden) wurden sogar für abgeworfene Fortpflanzungsorgane, für selbstständig gewordene Keimschläuche gehalten. Der Schwerpunkt der Entdeckung des Generationswechsels liegt daher meines Erachtens nicht in den einzelnen Beobachtungen, obgleich dieselben durch eine sehr werthvolle Reihe aus der Lebensgeschichte des Distoma erweitert wurden; auch nicht darin, dass der Generationswechsel als ein Aufammungsprocess dargestellt wird, denn, wie gewöhnlich, treffen teleologische Auffassungen zwar etwas Richtiges, doch selten, vielleicht niemals, das wirklich Richtige: — sondern der Schwerpunkt ist vielmehr darin enthalten, dass ***Steenstrup*** die wechselnden Generationen aus ihrem lockeren Verbande, mit und trotz der ungeschlechtlichen Zeugung, in die Lebensgeschichte der Art-Individualität von der ersten Furchungskugel bis zu den geschlechtlich differenzirten Endgliedern aufnahm und einschloss. Der wesentliche Zug in einer mit

Generationswechsel ausgeführten Lebensgeschichte der Art-Individualität, sagt der Verfasser (p. 118), bestehe darin, dass dieselbe nicht vollkommen durch die Individuen beider Geschlechts und deren Entwickelung repräsentirt werde, sondern dass dazu als Supplement noch die Individuen einer oder mehrerer vorbereitender Generationen erforderlich seien. Die Individuen der vorbereitenden Generationen werden als Entwickelungsstadien der geschlechtsreifen Individuen angesehen, bei dem Vergleich jedoch mit den Insekten-Kolonieen als verkümmerte Weibchen (!) bezeichnet.

Dem so eben angedeuteten Schwerpunkte in der Lehre von dem Generationswechsel verdankt die Schrift *Steenstrup's*, wie ich meine, hauptsächlich den mächtigen Eindruck, welchen sie auf die Zeitgenossen hervorbrachte; wir lernten nicht allein einen bisher unbekannten, komplizirten Verlauf der Lebensgeschichte der Art-Individualität kennen, sondern wir wurden auch zugleich mit unseren Vorstellungen von der ungeschlechtlichen Fortpflanzung auf ein neues Gebiet geworfen. Als nächste Wirkung der Entdeckung zeigte sich, dass ganze aufgestellte Abtheilungen von Thierfamilien, dass ferner manche Genera und Species ihre selbstständige Vertretung im zoologischen Systeme verloren und als vorbereitende Generationen einer bestimmten Art-Individualität subsumirt werden mussten. Je zahlreicher dann die Beobachtungen sich ansammelten, je freier und weiter unser Blick wurde, um so dringender wurde das Bedürfniss, auch die entfernteren Beziehungen des Generationswechsels zur Verwirklichung der Lebensgeschichte der Art-Individualität und zum ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprocess zu würdigen.

Im Jahre 1845 machte ich bei Gelegenheit einer Analyse der verschiedenen Entwickelungsreihen in der organischen Natur auf die Momente aufmerksam, durch welche die in der Lebensgeschichte der Art-Individualität gewöhnlich auftretende und bekannte Entwickelungsreihe von jener mit Begleitung des Generationswechsels sich unterscheide. In dem ersten Falle ist die Entwickelungsreihe eine einfach kontinuirliche; der gesammte Inhalt des befruchteten Eies, namentlich der Bildungsdotter stellt das Substrat und die Grundlage dar, an welcher das ganze Entwickelungsleben der Art-Individualität sich explicirt. Die Entwickelung wird hier an einem und demselben Substrate durchgeführt; aus einem befruchteten Ei kann stets nur ein geschlechtlich differenzirtes Individuum hervorgehen; es sei denn, dass pathologisch ungeschlechtliche Zeugungsakte die Entstehung von Doppelmissgeburten veranlassen. Im zweiten Falle sind in die allgemeine Entwickelungsreihe der Lebensgeschichte der Art-Individualität, in Folge von ungeschlechtlichen Zeugungsakten, besondere Entwickelungsreihen eingeschaltet. Die Entwickelung der Lebensgeschichte der Art-Individualität offenbart sich nicht an einem, sondern an mehreren durch die Zeugung von einander abhängigen Entwickelungs-Substraten; aus einem befruchteten Ei kann auf diese Weise eine grosse Anzahl geschlechtlich differenzirter Individuen einer

Spezies hervorgehen. (Bemerk. zu vergl. Naturf. Dorp. 1845; p. 4 und 14). In demselben Sinne, doch ausführlicher und gestützt auf eigene Untersuchungen an den Blattläusen, hat ***V. Carus*** den Schwerpunkt des Generationswechsels, das Grundverhältniss desselben in der Lebensgeschichte der Art-Individualität erörtert. (Zur näheren Kenntniss des Generationswechsels. Leipzig. 1849). Der Generationswechsel, sagt ***Carus,*** ist derjenige typische Entwickelungsvorgang, durch welchen mittelst eingeschobener, d. h. an die Stelle einfacher Differenzirungsakte tretender Differenzirungsreihen die Entwickelung der Art-Individualität verlangsamt wird, um das Endziel, die geschlechtlich differenzirten Zustände, auf die möglichst einfache und sicherste Weise zu erreichen.

Inzwischen wurde die wissenschaftliche Discussion über den Generationswechsel, in Folge der Beobachtungen ***J. Müller's*** über die Entwickelungsvorgänge bei mehreren Echinodermen, auf den Vergleich mit der Metamorphose gedrängt. Aus dem an mich gerichteten Sendschreiben von ***V. Carus*** (v. Siebold's und Kölliker's Zeitschrift: Bd. III. Heft III, p. 359 seqq.) entnehme ich, dass ***R. Owen*** ein Werkchen über den Generationswechsel herausgegeben, in welchem derselbe die Ansicht ausspricht, dass die für die vorbereitenden Generationen bestimmten Keime nicht neue Elemente, sondern Reste des ursprünglichen Bildungsdotters seien, und dass dieserhalb (?) der Generationswechsel zur Metamorphose gerechnet werden müsste, von welcher er nur graduell unterschieden sein solle. Er nennt später den Generationswechsel, um diesen graduellen (!) Unterschied von der Metamorphose zu bezeichnen, Metagenesis.

Nach ***Leuckart*** soll die Metamorphose lediglich durch eine, vor vollendeter Entwickelung eintretende Frühgeburt herbeigeführt werden, die Frühgeburten ferner von der spärlichen Ausstattung der Eier mit plastischer Substanz abhängen, und endlich in Folge dessen eine sehr zahlreiche Menge derselben erzeugt werden können. Die Natur suche daher bei der Metamorphose und dem Generationswechsel ein und dieselben Effekte zu erreichen, nämlich eine zahlreiche Nachkommenschaft; bei beiden soll es unter fast ähnlichen Verhältnissen geschehen. Bei dem Generationswechsel jedoch sei die Metamorphose mit ungeschlechtlicher Zeugung kombinirt. (Ueber Metamorphose, ungeschlechtliche Vermehrung, Generationswechsel; v. Siebold's und Kölliker's Zeitsch. 1851). Schon ***Steenstrup*** hat diese Frage berührt (a. a. O. p. XII). Der Verfasser bemerkt, es könne sehr gut innerhalb der einzelnen wechselnden Generationen eine Metamorphose statthaben; allein es gäbe keinen Uebergang von der Metamorphose zum Generationswechsel, und eine begonnene Metamorphose könne nicht über die Generation, nicht über das lebende oder todte Individuum hinaus zu einem anderen Individuum übergehen. Ebenso entschieden hat sich ***V. Carus*** in dem oben erwähnten Sendschreiben gegen die Verwechselung und Vermischung beider Processe ausgesprochen. Er charakterisirt die

Metamorphose und den Generationswechsel in den dabei betheiligten Entwickelungszuständen. Hiernach ist die bei der Metamorphose betheiligte Larve durch das Auftreten provisorischer Einrichtungen oder Organe ausgezeichnet, welche beim unmittelbaren Uebergange in den darauf folgenden Entwickelungszustand mit veränderter Lebensweise verkümmern und abgeworfen werden. Eine Amme dagegen ist ein provisorischer (?) Entwickelungszustand eines Thieres, von dem dasselbe durch die Entwickelung neu producirter Keime mittelbar zu dem nächstfolgenden übergeht. Die Metamorphose ist also durch das Auftreten provisorischer Einrichtungen, der Generationswechsel durch das Auftreten neuer Keime charakterisirt. —. Es leuchtet ein, dass ein wissenschaftlicher Vergleich zwischen Metamorphose und Generationswechsel nur dann auszuführen ist, wenn man sich zuvor darüber verständigt hat, was mit jenen Ausdrücken zu bezeichnen sei, und welchen Standpunkt man einnehme, wobei der doch immer wankende und so unsichere teleologische möglichst zu vermeiden wäre. Nun spricht der Botaniker von Blatt-Metamorphose und hat dabei die verschiedene Gestaltung einer gleichartigen Grundlage im Auge, welche sich an den verschiedenen Entwickelungszuständen in der Lebensgeschichte einer Art-Individualität offenbart; es werden hier mehr die fertigen Zustände aufgefasst, ohne besondere Rücksicht auf ihre Entstehung. Eine solche Metamorphose wird sich natürlich in der Lebensgeschichte einer jeden Art-Individualität zu erkennen geben, gleichviel ob sie mit oder ohne Generationswechsel verliefe. Auf diesem Standpunkte kann man auch Metamorphosen unter Zuständen suchen und finden, die sehr verschiedenen Art-Individualitäten angehören. Auf der anderen Seite, und namentlich in der Thierwelt, hat man den Ausdruck „Metamorphose" gleichbedeutend mit „Entwickelung". gebraucht; man hat sich dabei auf die morphologischen Veränderungen von Organen und ganzer Organismen bezogen, die während der Entwickelung der Art-Individualität an einem und demselben Substrate ausgeführt werden; ja, man beschränkte den Ausdruck sogar, worauf *V. Carus* mit Recht hinweiset, auf eine bestimmte Kategorie von Entwickelungsveränderungen, solchen nämlich, die bei plötzlich auffallend veränderter Lebensweise zweier unmittelbar aufeinander folgender Entwickelungszustände so markirt sich zu erkennen geben, wie bei der Larven-Metamorphose des Frosches und der Insekten. Es ist uns auch im entferntesten Sinne nicht eingefallen von Metamorphose zu sprechen, sobald der Uebergang zweier aufeinander folgender Zustände mittelbar durch einen Zeugungsakt ausgeführt wurde. Will man daher den Zeugungsakt aus der Lebensgeschichte der Art-Individualität nach dem Verfahren von *R. Owen* überhaupt nicht gänzlich eliminiren, so muss man mit *Steenstrup* und *Carus* die Unterschiede zwischen Generationswechsel und Metamorphose sogar möglichst streng festhalten. Nur in der Verwirklichung der Lebensgeschichte der Art-Individualität im Allgemeinen werden

für beide Processe gemeinschaftliche Beziehungen sich herausstellen müssen und auch später besprochen werden. Gelegentlich mag hier schon die Ansicht *Leuckart's* angeführt werden, dass der Generationswechsel als ein Polymorphismus angesehen werden solle, der durch das Prinzip der Arbeitstheilung auf dem Gebiete des Entwickelungslebens bedingt sei. (Ueber den Polymorphismus der Individuen etc. Giessen. 1851).

Es konnte endlich nicht fehlen, dass unsere Aufmerksamkeit auch auf die Beziehungen des Generationswechsels zu der ungeschlechtlichen Zeugung nach der bisher gebräuchlichen Auffassung gerichtet wurde. Im genauen Anschluss an unsere bisherige, bereits besprochene Ansicht von der ungeschlechtlichen Fortpflanzung wurde der Generationswechsel als eine ungeschlechtliche Zeugung während des Larvenlebens betrachtet. Sehr bezeichnend ist die Ausdrucksweise *Leuckart's*, dass in dem Generationswechsel ein Zurückgreifen der gewöhnlichen ungeschlechtlichen Zeugung in das Larvenleben, eine Kombination mit der Metamorphose vorliege. Inzwischen waren mehrere der wichtigsten Beispiele von der gewöhnlichen ungeschlechtlichen Fortpflanzung sogleich bei der Entdeckung des Generationswechsels in den letzteren hineingezogen. Je mehr sich unsere Erfahrungen erweiterten, je genauer uns die bei der ungeschlechtlichen Zeugung betheiligten Zustände und die zur Beurtheilung eines jeden organischen Processes stets so nothwendige Reihenfolge der Erscheinungen bekannt wurden; um so sicherer konnte man darauf rechnen, dass in den grade vorliegenden Beispielen ungeschlechtlicher Fortpflanzung der Charakter des Generationswechsels hervorträte. Es ist eine nicht zu bestreitende Thatsache, dass der Generationswechsel von Jahr zu Jahr auf Kosten der gewöhnlichen ungeschlechtlichen Fortpflanzung sein Gebiet erweitert hat. Das Terrain für die früher gewöhnlich aufgefasste ungeschlechtliche Zeugung ist heut zu Tage bereits so eingeengt, dass man nur zu sehr wenigen und dazu noch unsicheren Beispielen seine Zuflucht zu nehmen gezwungen ist. Sagte man früher, dass der Generationswechsel nur eine gewisse Form der ungeschlechtlichen Zeugung sei, so durfte *Steenstrup* in seiner Abhandlung über den Hermaphroditismus bereits die Behauptung aufstellen, dass die ungeschlechtliche Fortpflanzung überall als eine Art Generationswechsel angesehen werden müsse. Dieser Ausspruch enthält eine Wahrheit, zu welcher der Fortschritt der Wissenschaft geführt hatte; sie ist aber nach Benennung und Auffassung in ein Gewand gehüllt, das seine spezifische Färbung durch den Entdecker des Generationswechsels empfangen hat. Fasst man den geschichtlichen Vorgang möglichst objektiv auf, so ergiebt sich, dass wir gegenwärtig in fast allen genauer beobachteten, ungeschlechtlichen Fortpflanzungen die Gesetzlichkeiten des Generationswechsels wieder finden, und dass wir also vor zehn Jahren nicht einen neuen Process, sondern ein richtiges Gesetz in einem alten Processe erkannt haben. Die Macht jedoch der früheren Vorstellung von dem ungeschlechtlichen

Zeugungsprocess, der Mangel ferner an brauchbaren Beobachtungen wirkten hemmend der allgemeinen Anwendung des richtig erkannten Gesetzes entgegen und führten zu Folgen, wie sie im natürlichen Verlaufe der Dinge einzutreten pflegen. Nach meinem Dafürhalten ist daher die Entdeckung des Generationswechsels das anfangs verkannte Mittel gewesen, welches uns auf die Bahn einer richtigeren Würdigung der Gesetzlichkeiten im ungeschlechtlichen Zeugungsprocesse geleitet hat. Von diesem Standpunkte aus habe ich meine Aufgabe erfasst und in diesem Sinne gedenke ich die Analyse des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprocesses durchzuführen.

Aus der Art und Weise, wie ich den Standpunkt meiner Aufgabe festgestellt habe, ergiebt sich, dass hier besonders von einer ungeschlechtlichen Fortpflanzung die Rede sein soll, die zugleich mit der geschlechtlichen im Verlaufe der Lebensgeschichte der Art-Individualität angetroffen wird. Es ist nun allerdings bekannt, dass sowohl bei den Infusorien als bei den niederen Kryptogamen Individuen oder Individuen-Stöcke von Arten beobachtet worden sind, die nur auf ungeschlechtlichem Wege sich fortpflanzen, und dass hier also Art-Individualitäten anzunehmen wären, in deren Lebensgeschichte nur die ungeschlechtliche Form der Zeugung und Fortpflanzung vorkomme. Bei den Erfahrungen jedoch, die wir in jüngster Zeit in Betreff der Fortpflanzung der höheren Kryptogamen gemacht haben, angesichts der Lücken ferner, die unsere Kenntnisse über die Lebensgeschichte jener Art-Individualitäten darbieten, darf es wohl immer noch als zweifelhaft betrachtet werden, ob bei ihnen auch sicher jede Spur eines Processes, der sich mit dem geschlechtlichen Zeugungsprocesse vergleichen liesse, in Abrede gestellt werden könne. Wäre übrigens eine solche Annahme nothwendig, so würde dennoch das Studium der Lebensgeschichte jener weit zahlreicheren Arten mit beiden Fortpflanzungsweisen und mit der Beziehung zum Generationswechsel eine besondere Aufgabe des Physiologen ausmachen, und auf diese habe ich mich beschränken wollen. Bei aller Anerkennung ferner der wichtigen Fortschritte, welche in der Wissenschaft durch die Entdeckung des Generationswechsels gemacht worden sind, habe ich gleichwohl den Namen „Generationswechsel" für den ungeschlechtlichen Zeugungsprocess nicht beibehalten mögen, weil damit sogleich die immerhin einseitige Vorstellung *Steenstrup's* von einem Aufammungsprocesse sich verbindet, und weil der Ausdruck „Generation" wohl besser für die in der Lebensgeschichte der Art aufeinanderfolgenden Art-Individualitäten als für die einzelnen selbstständig gewordenen Entwickelungsstufen einer Art-Individualität selbst zu passen scheint.

Was die Ausführung meiner Aufgabe betrifft, so habe ich aus Gründen, die sich später ergeben werden, es für zweckmässig gehalten, meine Abhandlung in zwei Theile zu scheiden: in dem ersten und Haupt-Theile soll die ungeschlechtliche Fortpflanzung

mittelst Sporen- oder Knospenbildung erörtert werden, in dem zweiten Theile will ich meine Ansicht von der sogenannten Zeugung durch Theilung entwickeln. Der erste und Haupt-Theil wird in vier Abschnitte zerfallen. Zuerst werde ich eine Uebersicht der Erscheinungen geben, die während des Verlaufes der Lebensgeschichte einer Art-Individualität bei vorhandener Sporen- oder Knospenbildung zu beobachten sind. Die dazu verwendeten Beispiele müssen möglichst rein sein und einen möglichst vollkommenen Ueberblick über die Lebensgeschichte einer solchen Art-Individualität gewähren. Aus diesen Erscheinungen sollen im zweiten Abschnitte die charakteristischen Momente des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprocesses abgeleitet werden und im dritten Abschnitte die Unterschiede zwischen der Fortpflanzung mittelst Sporen und Knospen, so wie die Bildung der Individuen-Stöcke zur Sprache kommen. In dem vierten Abschnitte werden die anderweitigen, in der Weise des Auftretens oft wechselnden Erscheinungen des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprocesses erörtert. Es sind theils Erscheinungen, die der ungeschlechtliche Fortpflanzungsprocess gemein hat mit dem geschlechtlichen, theils solche, welche mit gewisser Modifikation in der Lebensgeschichte einer jeden Art-Individualität, auch wenn sie von ungeschlechtlichen Zeugungsakten nicht begleitet ist, offenbar werden.

In Rücksicht auf den Gebrauch des Ausdrucks „Spore“ bei den Botanikern sehe ich mich genöthigt, noch einige Worte hinzuzufügen. Wir bezeichnen mit dem Worte „Spore“ einen ungeschlechtlichen Keim, der bei weiterer Entwickelung sich anders, als derjenige bei der Knospenbildung verhält. Die Botaniker haben Fortpflanzungsprocesse mittelst Brutzellen (niedere Kryptogamen), Sporen (niedere und höhere Kryptogamen), Brutknospen (höhere Kryptogamen), gewöhnlicher Knospenbildung, ferner mittelst Konjugation (niedere Kryptog.), mittelst Antheridien und Archegonien oder homologe Gebilde (höhere Kryptogamen), endlich mittelst Pollenkörner und Embryosack. Die letzteren Fortpflanzungsweisen von der Konjugation ab enthalten nach meiner Ansicht die Elemente einer geschlechtlichen Fortpflanzung; die entwickelungsfähigen Keime sind nicht monogen, sie sind durch Betheiligung zweier Potenzen entstanden. Die übrigen Formen von Fortpflanzungen dagegen fallen nur zum Theil in die Kategorie ungeschlechtlicher Fortpflanzungen. Die Brutzellen sind dem physiologischen Begriffe nach wahren Sporen gleichzustellen. Ebenso herrschen keine Zweifel über die Beziehungen der Knospenbildungen zum ungeschlechtlichen Zeugungsprocess. Unter den Sporen jedoch finden sich: Sporen der Sporenschläuche bei Pilzen etc., Sporen der Farrnkräuter, Sporen der Mooskapseln, ruhende und schwärmende Sporen der Algen u. s. w. Von den angeführten Sporen haben die der Pilze, Moose und Farrnkräuter die physiologische Bedeutung unserer Sporen oder Keimkörner. Die ruhenden Sporen der Spirogyra entstehen durch Konjugation und sind einem befruchteten Ei

homolog. Die Schwärmsporen der Algen wiederum, welche, nachdem sie sich festgesetzt, zu Pflanzen auswachsen, erweisen sich als Entwickelungsstadien solcher Pflanzen, die ursprünglich aus einem ungeschlechtlichen Keim (Spore) ihren Anfang genommen. Man sieht, dass die Botaniker sehr verschiedene Dinge mit dem Worte „Spore" bezeichnen. Ich bediene mich des Ausdrucks „Spore" nur in dem bei uns gebräuchlichen Sinne, in welchem er ein frei sich weiter entwickelndes Keimkorn bedeutet.

I. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung mittelst Knospen und Sporen.

Uebersicht der Erscheinungen.

Das erste Beispiel, in welchem ein Ueberblick der für uns wesentlichen Erscheinungen aus der Lebensgeschichte der Art-Individualität, und zwar bei vorhandener *Knospenbildung*, gegeben werden soll, entnehme ich aus den höheren phanerogamischen *Pflanzen*.

Der Anfang der Lebensgeschichte einer phanerogamischen Art-Individualität mag zweckmässig mit dem Embryobläschen beginnen. Bekanntlich besteht eine Kontroverse darüber, ob das Embryobläschen im Pollenschlauch (*Schleiden, Schacht*) oder im Embryosack des Fruchtknotens entstehe. Die Entscheidung dieser Kontroverse ist für unsere Analyse von untergeordnetem Belange. Dagegen sind zwei unbestrittene Thatsachen von Wichtigkeit. Die Erfahrung lehrt nämlich zunächst, dass die Entstehung des Embryobläschens abhängig ist von der Betheiligung sowohl des Pollenschlauches als des Embryosackes; sie lehrt ferner, dass, wenn der Pollenschlauch und der Embryosack verschiedenen Arten angehören, das durch ihre Betheiligung entstandene Embryobläschen zur Bastard-Pflanze heranwächst, in welcher die Eigenschaften beider Arten hervortreten. Diese Thatsachen lassen dem Physiologen keinen Zweifel darüber, dass der Bildung des Embryobläschens gewisse wesentliche Umstände vorausgehen und Wirkungen folgen, die als Kriterien des geschlechtlichen Fortpflanzungsprocesses durch Vermittelung der Eier- und Saamenkörperchen bei den Thieren gelten. Ob der Embryosack mit dem Ei oder Saamenkörperchen zu vergleichen sei, wie sich ferner dem entsprechend der Pollenschlauch verhalte, das muss vorläufig unentschieden bleiben. Allein Embryosack und Pollenschlauch müssen nach meinem Dafürhalten für die in den Fortpflanzungsprocess eingehenden, keimfähigen Potenzen zweier Art-Individualitäten angesehen werden, und das

Embryobläschen würde demnach die, der ersten Furchungskugel vergleichbare Zelle darstellen, mit welcher bei Thieren die Entwickelung der Lebensgeschichte einer neuen Art-Individualität ihren Anfang nimmt.

Man weiss nun, dass aus diesem Embryobläschen durch Zellenbildung ein aus vielen Zellen bestehendes Körperchen, das Embryokügelchen, hervorgeht, und dieses Körperchen wird die Axe der späteren Pflanze genannt. An dieser Axe zeigen sich bald zellige Erhebungen, die Anlagen der Keimblätter. Zwischen ihnen befindet sich eine kleinere oder grössere Erhebung, die zur Terminalknospe (Plumula) wird. Der Theil der Axe dagegen, welcher der Plumula gegenüber liegt, bildet die Wurzelanlage, das Rostellum oder die Radicula. Der Process, durch welchen die bezeichneten drei Theile des Pflanzen-Embryo entstanden sind, kann, wie weitere Beobachtungen lehren, nicht ein Entwickelungsprocess sein, obschon durch ihn das Embryokügelchen gänzlich verzehrt worden zu sein scheint*). Wir haben in dem Pflanzen-Embryo bereits in einfacher Ausbildung einen Pflanzen-Individuen-Stock vor uns, der später in mehr entwickelter Weise im ausgebildeten Baume zu erkennen ist. Die zelligen Erhebungen an dem Embryokügelchen, die Grundlagen der bezeichneten drei Theile, sind ungeschlechtliche Knospenbildungen; die Plumula wird die Stammknospe, die Radicula die Wurzelknospe genannt. Die Saamenblätter entstehen aus der Knospe, wie die Blätter (*v. Merklin*), zuerst mit der Spitze und mit neuem Nachwuchs an der Basis. Sehr bald unterscheidet man in der Plumula, in dem Rostellum, und in den Kotyledonen die durch Differenzirung des Zellen-Materials gebildeten und überall auf gleiche Weise wiederkehrenden Hauptbestandtheile des Individuums: Parenchym, Gefässbündel und die Rindenschicht, welche an den Berührungsstellen der verschiedenen Theile des Pflanzen-Stocks unmittelbar in einander übergehen. Unter dem allmähligen Hinwelken der Kotyledonen wachsen nun die beiden andern Theile (Axe) des Pflänzchens zum Stamm und der Wurzel (Pfahlwurzel) aus. Die Erscheinungen, welche das Keimen und das sogenannte Wachsthum des Pflänzchens begleiten, drängen sich hier schnell aufeinander, so dass es zweckmässig scheint, das Zusammengehörige einzeln hervorzuheben.

Das in dem Wachsthum begriffene Stämmchen besteht aus centralen Gefässbündeln mit Parenchymzellen, aus der Rindenschicht und aus dem zwischen beiden sich ausbreitenden Cambium; es endigt mit der abgerundeten kegelförmigen Spitze in die

---

*) Ich habe mich in der Darstellung von der Entwickelung des Pflanzen-Embryo an *Schacht* (Physiologische Botanik. Berlin 1852) gehalten. Nach *Hofmeister's* Untersuchungen (die Entstehung des Embryo der Phanerogamen. Leipzig 1849) entsteht das Embryobläschen im Embryosack und verwandelt sich durch Zellen-Entwickelung zunächst in einen Vorkeim. Die End- oder Spitzen-Zelle dieses Vorkeims geht durch endogene Zellenbildung in das Embryokügelchen über (a. a. O. p. 58. sqq.).

Terminalknospe, in welche auch die Cambium-Schicht von vegetirenden Zellen ausläuft. In dem sogenannten Keimlager der Knospe besitzt sie ihren gesonderten Vegetationspunkt Das Wachsen dieses Stämmchens erfolgt, abgesehen von der Ausdehnung bereits gebildeter Bestandtheile, auf zweifache Weise: 1) durch Appositio in der Kontinuität der Längsaxe, und dabei werden zugleich Blätter gebildet, und 2) durch sogenannte Verdickungsschichten, durch Intussusceptio neuer Schichten von Bestandtheilen des Stämmchens zwischen die bereits gebildeten Schichten, und hierbei entstehen zugleich Knospen für die Verzweigungen. Das Material für diesen Zuwachs liefern die sich fortdauernd vermehrenden Zellen des Cambium und des Keimlagers in der Terminalknospe.

Aus den Zellen der Terminalknospe entwickeln sich die schon genannten Bestandtheile des Stämmchens und treten zur Verlängerung desselben mit den schon fertig gebildeten in Verbindung. Gleichzeitig zeigen sich in bestimmter Aufeinanderfolge und Stellung excentrisch hervortretende, kugelförmige Zellenwucherungen und verwandeln sich nach und nach in Blätter, die wiederum mit den korrespondirenden Bestandtheilen des Stämmchens sich verbinden. So liegen in der Terminalknospe dicht aneinander gedrängte Verlängerungsabschnitte des Stämmchens und die dazu gehörigen Blätter, in der Bildung und im Auswachsen begriffen. Die untersten Theile sind am weitesten in der Ausbildung vorgeschritten; der jüngste Theil befindet sich an der Spitze und über ihm hat die vegetirende Zellenschicht der Terminalknospe ihre Lage. Dieses Längen-Wachsthum des Stammes dauert so lange fort, bis die Terminalknospe zur Blüthenknospe sich verwandelt, und in derselben aus dem vegetirenden Zellenmaterial geschlechtlich differenzirte Keime delegirt werden. Dann hört das Längenwachsthum des Stammes auf, und mit ihm würde zugleich die Lebensgeschichte der bestehenden Art-Individualität enden, wenn nicht gleichzeitig durch das Wachsthum in der zweiten Richtung die Fortdauer derselben auf eine, wie es bei manchen Bäumen sich zeigt, ganz unbestimmte Zeit gesichert wäre. Aus der Cambiumschicht zwischen dem centralen, gefässbündelhaltigen Theile des Stammes und der Rinde entstehen nämlich durch Wucherung Zellenschichten, deren innere in gefässbündelhaltige Bestandtheile des Stammes, deren äussere zu Rindenschichten verwendet werden. Die neuen Gebilde treten mit den alten in Verbindung und zeigen sich als deren Verdickungsschichten; zwischen ihnen bleibt nach wie vor die vegetirende Schicht indifferenter Zellen des Cambium. Dabei beobachtet man, dass die alten Schichten und Theile fortdauernd oder periodisch verholzen, verkorken, unthätig werden, und dass also an Stelle des absterbenden Stammes, streng genommen, ein neuer Stamm aufgetreten ist, der sich zwischen die Hauptbestandtheile des alten geschoben hat und dieselben zum eigenen Schutz und zur Stütze benutzt. Aus diesem neuen Stamme entstehen excentrisch Zellen-Wucherungen und verwandeln

sich zu Axillar-Knospen, die zu Ramifikationen des Hauptstammes werden. In ihrer Lebensgeschichte verhalten sie sich genau so, wie die eben beschriebenen Terminal-Knospen des Hauptstammes. Sehr häufig wachsen diese Seitenknospen zu Blüthenknospen aus. Wie ferner die alten Axentheile des Stammes und seiner Verzweigungen, während des Ersatzes durch Neubildungen, unthätig werden, so sehen wir überall die fertig gebildeten Blätter abfallen und neue an die Stelle treten. Bekannt ist auch, dass an jeder beliebigen Stelle des Stammes, seiner Verzweigungen, ja an den Blättern (Bryophyllum calycinum), wo nur neben den fertig gebildeten Bestandtheilen der Pflanze fortbildungsfähiges Zellen-Material, — sei es das Cambium selbst oder eine ihm vergleichbare Substanz — angetroffen wird, Knospenbildungen stattfinden können. Man hat sie Adventivknospen genannt. Sie unterscheiden sich nicht in ihrem Wachsthum von den gewöhnlichen Knospen. Endlich ist noch auf die Thatsache hinzuweisen, dass bei den sogenannten lebendig gebährenden Pflanzen (einigen Allium-Arten, Polygonum viviparum, Lilium bulbiferum u. s. w.) Knospen, sowohl des Blüthenstandes als in der Achsel des Laubblattes, freiwillig von der Mutterpflanze sich trennen und selbstständig die Lebensgeschichte der Art-Individualität fortführen. Solche sogenannte Brutknospen haben nicht immer frühzeitig Blätter gebildet; sie fallen bisweilen blattlos als kleine zellige Kugeln ab (am Ausläufer von Epigogum Gmelini nach *Schacht*). Beim Auswachsen dieser Brutknospen bilden sich zugleich Wurzeln. Die Knospen der Blätter sind jedes Mal Brutknospen.

Mit der Ausbildung und dem Wachsthum des Stammes, seiner Verzweigungen und der Blätter hält die der Wurzel gleichen Schritt. In dem Rostellum sind bald dieselben Bestandtheile, wie in dem Stämmchen zu erkennen. Eine Bildungs- und keimfähige Zellenschicht ist als Cambium zwischen der Rindenschicht und dem centralen, gefässbündelhaltigen Bestandtheile vorhanden. Sie setzt sich ebenfalls in die abgerundete, von abgestossenen Epidermisschichten (Wurzelhaube) geschützte Spitze fort und hat daselbst ihren gesonderten Vegetationspunkt. Das Wachsthum erfolgt, wie beim Stämmchen, nach zwei Richtungen, in der Kontinuität der Längsaxe an der Spitze und durch Verdickungsschichten, wobei gleichzeitig excentrische Knospenbildungen für die Abzweigungen des Wurzelstammes auftreten. Auch der specielle Vorgang dieses Processes zeigt nur Abweichungen durch den Wegfall von Blattbildungen. An der Spitze verlängert sich die Wurzel, ohne dass gleichzeitig excentrische Knospenbildungen für die Blätter gegeben sind. Darum hat man die Wurzelspitze nicht Knospe genannt. Im physiologischen Sinne ist die Knospenbildung in der Kontinuität auch an der Spitze der Wurzel unverkennbar; ja, es ist nicht abzusehen, warum man der Spitze den Namen „Knospe“ entziehen will, wenn man gleichzeitig die excentrisch hervortretenden Keime für die Ramifikationen der Wurzel mit diesem Namen belegt, obschon Blattbildungen auch

hier nicht vorliegen. Die während des Wachsthums durch Verdickungsschichten an dem blattlosen Wurzelstamm gebildeten Knospen werden sämmtlich für Adventiv-Knospen gehalten. Aus ihnen wachsen die Abzweigungen der Hauptwurzel hervor, von der sie sich weiterhin weder morphologisch, noch rücksichtlich der Wachsthum-Verhältnisse unterscheiden.

So entfaltet sich der, in dem Saamen einer Pflanze aus einem einzigen, befruchteten Ei gebildete Embryo während seines ein- oder mehrjährigen Wachsthums zu einer Staude, zum Strauch, zum Baume, die sämmtlich heut zu Tage nach *Darwin's* Vorgange nicht mehr als einfache Individuen sondern als systematische Aggregate von Individuen angesehen werden, in welchen die Lebensgeschichte der grade bestehenden Art-Individualität sich offenbart. Es wiederholen sich an ihnen mehr oder weniger zahlreich die Blattbildungen von den niedrigsten Blättern des Laubes bis zu den Blumenblättern und jenen Blattformen, in welchen geschlechtlich differenzirte Keime gezeugt werden (Staubfäden und Fruchtblätter); es wiederholt sich das Axengebilde in dem Stamm, in der Wurzel, in deren Verzweigungen, ja, nach *Schleiden* auch in dem Saamenknospenträger. Die Wurzeln nehmen die Nahrung aus dem Boden auf, die Blätter, so wie die saftführende Rinde des Stammes, entziehen wahrscheinlich der Luft andere Nahrungsstoffe und scheiden gass- und dunstförmige Produkte etc. aus; die Axengebilde im Allgemeinen dienen zur Befestigung, zur Stütze des ganzen Stocks; doch nur die Axengebilde des Stammes und seiner Ramifikationen vermitteln durch Knospenzeugung den Uebergang der Art-Individualität in diejenigen Zustände (Blüthen), in welchen die geschlechtlich differenzirten Keime gezeugt werden. Alle Theile der Pflanze, eines Baumes stehen durch ihre untergeordneten Bestandtheile im gemeinschaftlichen, kontinuirlichen Verbande.

Es ist für den Verlauf der Lebensgeschichte einer phanerogamischen Art-Individualität von Wichtigkeit, die Aufeinanderfolge der einzelnen Zustände, durch welche dieselbe hindurchgeht, genauer zu kennen. Was in den Stamm- und Wurzel-Ramifikationen früher und später gebildet wird, ist leicht zu übersehen, aber auch von geringerem Interesse. In Betreff der Blattformationen und der beiden Haupt-Theile der Axe, Stamm und Wurzel im Allgemeinen, ist die Entscheidung der Frage bei Entstehung des Pflanzenembryo noch nicht mit Sicherheit zu treffen. Später dagegen geht dem Blatte das korrespondirende Stück des Stammes in dem Wachsthum voraus, während Stengel- und Wurzelbildung gleichen Schritt halten. Bei Brutknospen wächst sogar die Wurzel später hervor. An dem Blatte selbst wird, wie schon angeführt, die Spitze zuerst gebildet, und nach und nach die anstossenden Partieen nach der Basis hin; in den Axengebilden liegen die jüngsten Bildungen an der Spitze und in den jedesmaligen Verdickungsschichten. Von den in einem hervorkeimenden Spross enthaltenen Blättern sind die jüngsten gleich-

falls an der Spitze zu finden. Von besonderem Interesse sind für uns die Mittheilungen *A. Braun's* in seinen Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur (Leipzig. 1851. 4to). Indem der Verfasser auf die vielen Verschiedenheiten in den ähnlichen Theilen des Pflanzenstammes hinweiset, hebt er hervor, dass die verschiedenen Sprossen und die Blätter an denselben, unerachtet mancher Schwankungen, in einer deutlich wahrnehmbaren, bestimmten Aufeinanderfolge (Stufenfolge) und Entwickelungsreihe heranwachsen, die mit dem Blüthenspross und seinen Blättern die äusserste Grenze in der Lebensgeschichte der Art-Individualität erreicht. Zahlreiche Stufenfolgen der Art werden an einem und demselben Stocke sichtbar. Sie absolviren den Cyclus in einem Jahre oder in mehreren; ungünstige Umstände können die Blüthen-Periode gänzlich und selbst fortdauernd unterdrücken. Inzwischen erreicht das Wachsthum eines Strauches, eines Baumes nur in den Blüthenknospen das Endziel; aus den bildungsfähigen Zellen des Stammes und seiner Verzweigungen entstehen dagegen unter allmähligem Hinsterben der älteren Theile die Grundlagen zu neuen Stufenfolgen, und dieses kann sich fortdauernd wiederholen. Daraus resultiren folgende Erscheinungen. Die Lebensdauer einer phanerogamischen Art-Individualität verliert sich unter der Zunahme der Axentheile an Dicke und Verzweigung, in eine unbestimmte und endlose Zeit. In jeder Lebensperiode des Pflanzen-Stocks finden sich ferner absterbende, in der Fortbildung begriffene und neu erzeugte Theile vor; und hinsichtlich der Stufenfolge zeigen sich daher an einem und demselben Baume: hier Zustände, in welchen ein erneuter Anfang gegeben ist; an einer anderen Stelle Stufen des Fortschritts; noch an einer anderen die des Endziels. Endlich lässt sich übersehen, wie unter solchen Umständen aus einem einzigen Ei eine endlose Zahl solcher Theile des Stocks allmälig hervorwachsen, in welchen die geschlechtlich differenzirten Keime für die Fortpflanzung der Art gezeugt und entwickelt werden.

Alle so eben besprochenen Erscheinungen während des Verlaufs der Lebensgeschichte einer phaneroganischen Art-Individualität zeigen sich unter Vermittelung des Knospenbildungsprocesses. Gewöhnlich wird mit dem Namen „Knospe“ ein Gebilde an dem Pflanzenstock bezeichnet, dessen ursprüngliche Grundlage entweder in einer schon komplizirten Weise ausgebildet ist und einen Spross mit seinen Blättern im Keime enthält, oder doch excentrisch aus dem Parenchym des zeugenden Stammes (wie z. B. bei den Adventivknospen der Wurzel) hervorwächst. Im physiologischen Sinne muss jede keimfähige Grundlage eine Knospe genannt werden, die, ohne Vermittelung eines Befruchtungsaktes, zu homologen Bestandtheilen, wie sie im zeugenden Stamm enthalten sind, sich entwickelt und mit dem zeugenden Stamm in organisirte Verbindung tritt. Hiernach sind während des sogenannten Wachsthums und der Vegetation eines Pflanzen-Stocks zu unterscheiden: die Knospenbildung in der Kontinuität *(Leuckart)* zur Ver-

längerung der Axentheile der Pflanze; die excentrisch aus dem zeugenden Stamm hervortretenden Knospen bei der Bildung der Blätter, der Axillar- und Adventivknospen des Stammes und der Wurzel, bei der Bildung der Brutknospen der Blätter; ja, ich mag nicht bergen, dass ich selbst in der Art und Weise des Wachsthums eines Blattes, von der Spitze nach der Basis, den Knospenbildungsprocess nicht verkennen möchte. Alle diese Knospenbildungsprocesse haben das gemeinsam, dass die neu auftretenden Theile durch Apposition in der einen oder anderen Richtung mit den schon bestehenden Theilen in organisirte Verbindung treten. Wir haben aber während der Bildung eines Pflanzenstocks auch ein Wachsthum durch Verdickungsschichten, und darin lassen sich gleichfalls die Kriterien eines Knospenbildungsprocesses, wie aus der obigen Darstellung sich ergiebt, unzweifelhaft wiedererkennen. Hier werden die neugebildeten Theile zwischen die Bestandtheile der bestehenden eingeschaltet; sie treten, wie ich es bereits angedeutet, durch Intussusceptio mit dem zeugenden Stamm in organisirte Verbindung. Betrachtet man den Knospenbildungsprocess der phanerogamischen Pflanzen in seinem Verhalten zum ganzen Stock als Einheit, so kann ein anderes Phänomen der Aufmerksamkeit nicht entgehen. Man beobachtet, dass die keimfähige Zellen-Grundlage einer Terminal-,Axillar- oder Adventiv-Knospe sich nicht einfach bis zur vollkommensten Ausbildung ihrer Bestandtheile (Rinde, Gefässbündel u. s. w.) fortentwickelt, sondern dass während ihrer Ausbildung, — und man kann hier zurückgehen bis auf die Plumula und Radicula, — stets neue Knospenbildungen in der Kontinuität und auch excentrisch (für die Blätter) auftreten, ja, dass selbst an diesen untergeordneten Knospenbildungen während der Ausbildung der Blätter ein ähnlicher Wachsthumsprocess vorliegt. Der Knospenbildungsprocess eines wachsenden Baumes ist daher sehr komplizirt, vielleicht komplizirter, als wir es bei unseren gegenwärtigen Erfahrungen zu übersehen vermögen. Die Wirkungen desselben müssen sich darin zu erkennen geben, dass an dem Haupt-Stock sich mehrfach untergeordnete Stöcke in einer gewissen Gliederung markiren, die auch als solche bereits in der Wurzel und dem Stamm, in den Sprossen und den Blättern mit der darin ausgesprochenen Stufenfolge gewürdigt sind. Vor dem Wachsthum des Baumes durch Stamm und Wurzel, durch Spross und Blattbildung treten so die einzelnen, oft versteckt einherschreitenden Knospenbildungsprocesse in den Hintergrund; und die mannigfache Gliederung in dem systematischen Aggregat, die innige organisirte Verbindung so wie die gegenseitige Ergänzung und Unterstützung aller Theile, selbst der abgestorbenen, zur vollen Entfaltung der Lebensgeschichte eines Baumes erwecken in uns die Vorstellung von dem Leben und Bestehen eines einfachen Individuums mittelst seiner Organe.

Die Darstellung der Lebensgeschichte einer Art-Individualität aus den höheren phanerogamischen Pflanzen hat sich im Allgemeinen an die, seit ***Darwin's*** Vorgange,

bei den Physiologen gültigen Anschauungsweise gehalten, dass in den bezeichneten Pflanzen Multipla von Individuen gegeben seien. Gleichwohl bestehen noch Kontroversen darüber; und, wenn die Frage erörtert werden soll, in welchem Abschnitte des Baumes das einfache Individuum abzugrenzen sei, so stossen wir bei dem heutigen Stande der Wissenschaft noch auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten. Soll indess das für uns so wichtige Beispiel bei der Analyse des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprocesses verwerthet werden können, so muss man sich wenigstens darüber verständigt haben, dass die bezeichneten einzelnen Knospenblidungsprocesse nicht von Organen eines Individuums, sondern von Theilen der Pflanzen ausgehen, in welchen Eigenschaften eines Zustandes der Art-Individualität enthalten sind; es muss wenigstens darüber kein Zweifel obwalten, dass die Natur eines Individuen-Stocks in einer solchen Pflanze vorliege.

In der bekannten Lehre von der Metamorphose der Pflanze, welche in der ganzen Reihe der Blattformen, von den Schuppen, Scheiden, Niederblättern durch die Formation der Laubblätter in einer Stufenfolge bis zu den Staub- und Fruchtblättern, die unverkennbare Wiederholung ähnlicher Theile nachwies, wurde die ganze Pflanze als eine Metamorphose des Blattes, letzteres als das eigentliche Individuum angesehen. (*E. Meyer*, die Metamorphose der Pflanze und ihre Widersacher. Linnaea VI, p. 401). ***Hanstein*** konstruirte die Pflanze aus der Wiederholung und Verbindung von individuell selbstständigen Pflanzengliedern (Phyta), von welchen jedes nach oben Blatt, in der Mitte Stengel, nach unten Wurzel sein soll. (Plantarum vascularium folia, caulis, radix, utrum organa sint origini distincta etc. Linnaea. XXI, p. 65). *A. Braun* (a. a. O. p. 120) hält Stengel, Blatt und Wurzel für wesentlich verschiedene Theile des vegetabilischen Organismus, für die Grundorgane der Pflanze, so zwar, dass Blätter und Stengel der Wurzel gegenüber als Ganzes zusammengehören. An einer anderen Stelle desselben Werkes (p. 26) werden der Spross und die aequivalenten Theile in weniger ausgebildeten Zuständen (Auge, Knospe, Zwiebel) als Individuen bezeichnet. Schon von *Linné* ist der Ausspruch bekannt: totidem gemmae, totidem plantae. Andererseits denkt sich *C. H. Schultz* die Pflanzen aus Individuen zusammengesetzt, die als morphologische Einheiten mit dem Namen „Anaphyton" bezeichnet werden. Bei den heterorganischen Pflanzen gehöre zu einem Anaphyton eine Gruppe von Gefässbündeln mit Parenchymzellen. Ein Anaphyton sei in seiner Individualität dadurch charakterisirt, dass es, von der Pflanze getrennt, selbstständig fortleben, keimen und sich entwickeln könne, dass also sein organisches Bildungsprinzip in sich habe. Wurzel, Stengel, Blätter sind aus solchen Anaphyten, die nur zum Theil kontinuirlich zusammenhangen, aufgebaut, sie sind wahre Pflanzen-Stöcke, in welchen sich die Individualität in verschiedenen Formen ausprägt; sie seien insbesondere Individuen-Stöcke, weil sie vielfach keimen können (?). (Die Verjüngung im Pflan-

zenreich. Berlin, 1851; p. 12, 13, 57 etc.), Es giebt endlich Botaniker, die sogar bei den höheren Pflanzen in einer jeden Zelle, die sich zur Knospe und dadurch zur ganzen Pflanze ausbilden kann, das Pflanzen-Individuum sehen (*Turpin, Schleiden*).

Man überzeugt sich wohl, dass die verschiedenen Forscher über die Kriterien, nach welchen das Individuum im Pflanzenstock aufgefasst und beurtheilt werden soll, sich kaum möchten vereinigt haben. Ein Theil der Botaniker berücksichtigt vorzugsweise die ausgebildete Pflanze; sie halten sich hier an das Gepräge der Einheit, welches, wie bei einem einfachen Individuum, im Stamm, Wurzel und Blatt, oder in untergeordneten Theilen der Pflanze, wie in dem Spross, im Blatte allein ausgesprochen ist, um hiernach das Individuum festzustellen und andere Theile als Organe zu subsumiren. Allein ein einheitliches Gepräge kann unter sehr verschiedenen Verhältnissen sich offenbaren. Das Gepräge der Einheit verrathen Organe eines wirklich einfachen Individuums, ja die einfachsten organisirten Formelemente in denselben, und dennoch werden diese Theile dadurch nicht zu Individuen. In einem einheitlichen Bilde stellt sich uns morphologisch und physiologisch ein Individuen-Stock und die darin etwa enthaltenen untergeordneten Stöcke dar; die einzelnen Individuen zeigen sich wie Organe einer Einheit, und gleichwohl verlieren sie dadurch nicht den Werth der individuellen Vertretung der Art oder sinken auf die Kategorie von Organen eines einfachen Individuums herab. Wenn ferner das befruchtete Hühnerei bis zum geschlechtsreifen Individuum sich entwickelt, so zieht ein einheitlicher Faden durch die ganze Kette aufeinanderfolgender Entwickelungszustände; und dennoch bewährt jeder Entwickelungszustand seine individuelle Vertretung der Art in einer bestimmten Form. Die männlichen und weiblichen Individuen gehen in die Art-Individualität als ihre Einheit auf; sie können als Organe derselben aufgefasst werden, ohne deshalb den Charakter des Individuums einzubüssen. Auch in einem Termiten-Staate, ja in der ganzen organischen Schöpfungsreihe entfaltet sich eine Einheit; die einzelnen Glieder wirken in denselben Organen gleich, und dennoch verlieren sie darin nicht ihre Bedeutung als Arten, Individuen u. s. w. Aus dem Gepräge der Einheit an und für sich lässt sich die angeregte Frage nicht entscheiden; auf einer solchen Basis dürfte es sogar nicht schwer werden, die Natur der Pflanze als eines Individuen-Stockes gänzlich zu leugnen.

Einen glücklicheren Weg haben diejenigen betreten, welche ihre Aufmerksamkeit auf die Entstehung von Pflanzentheilen durch Knospenbildung richteten. Es werden die Knospen, die daraus hervorgehenden Theile, ja, im konsequenten Verfolge alle Entwickelungszustände derselben und selbst die Zellen-Grundlage, aus welcher die Knospe sich bildet, für Individuen des Baumes erklärt, und so die Natur des Individuen-Stockes gesichert. Inzwischen würden die Gegner des Individuen-Stockes sich darauf beziehen

können, dass auch Organ-Einheiten eines einfachen Individuums durch eine Art Knospenbildung sich vervielfältigen können. Diesem Einwande kann allerdings dadurch begegnet werden, dass man auf die durch den Knospenbildungsprocess herbeigeführte Wiederholung nicht blos einzelner, sondern aller wesentlichen Bestandtheile der wachsenden Pflanze hinweiset. Dieser Umstand sowie das Verhalten der Brutknospen lassen nach meinem Dafürhalten kaum einen Zweifel darüber, dass die durch Knospenbildung wachsende Pflanze einen Individuen-Stock repräsentire; doch bleibt immer noch ungewiss, wo das einfache Individuum im Baume stecke. Denn erfahrungsgemäss ist der Knospenbildungsprocess in der wachsenden Pflanze sehr komplizirt. Aus der selbst allgemeingültigen Knospe geht ein Spross, aus der Plumula der ganze Stamm, aus der Radicula die vielfach verzweigte Wurzel hervor. Wenn nun die gewöhnliche Knospe das Kriterium für das einfache Individuum abgäbe, wo bliebe die Vielheit der Individuen in dem ganzen Stamm, ja in der ganzen aus einer abfallenden Brutknospe hervorgegangenen Pflanze, zumal während des Wachsthums einer Knospe gleichzeitig zahlreiche neue Knospen zu Tage treten? Würde uns der Knospenbildungsprocess, während des Wachsthums der Pflanze aus dem Embryobläschen, überall und in jedem einzelnen Akte genügend bekannt sein, so wäre die Bestimmung der Individuen in der Lebensgeschichte der Art-Individualität leicht ausführbar; wir scheinen jedoch mit grösserer Sicherheit nur gewisse Hauptbewegungen dieser Art zu kennen, in welchen schon kombinirte Knospenbildungsprocesse vorliegen. Ungerechtfertigt steht übrigens die Ansicht da, dass in einem knospenden Theile der Pflanze ebenso viele Individuen zu statuiren seien, als Knospen hervorwachsen, da ein einfaches Individuum sehr wohl mehrere Knospen treiben könnte.

Ein sehr wichtiger und unzweifelhafter Beweis für die Natur einer phanerogamischen Pflanze, als eines Individuen-Stockes, resultirt aus gewissen Lebens-Erscheinungen, welche bereits ***J. Müller*** (Handb. der Phys. Bd. II. p. 581 sqq.) scharf hervorgehoben hat. In der Einleitung wurde auseinandergesetzt, dass ein jedes einfache Individuum besonders durch zwei charakteristische Eigenschaften sich auszeichne. Ein jedes Individuum vertritt zunächst einen Zustand in der Entwickelungsreihe der Art-Individualität und besitzt dadurch die Befähigung, unter geeigneten Verhältnissen die ihm noch fehlenden Entwickelungsstufen zu durchlaufen und die Lebensgeschichte der Art-Individualität durchzuführen. In einem jeden Individuum lassen sich ferner Bestandtheile oder Organe unterscheiden, durch welche es den Verkehr mit der Aussenwelt unterhält, und solche, die für die Fortpflanzung in irgend einer Weise bestimmt sind. Von den ersteren Bestandtheilen lehrt die Erfahrung, dass sie, wie die Glieder eines streng einheitlichen Systems, nur in Gemeinschaft zu bestehen und mit der Aussenwelt zu verkehren vermögen; dass sie ferner, aus dem Verbande gelöset, untergehen und in

keiner Weise selbstständig die Lebensgeschichte der Art-Individualität fortführen oder sich im Verkehr mit der Aussenwelt unterhalten können. Daraus folgt: dass jeder Theil eines Geschöpfes, der die bezeichneten Eigenschaften besitzt, unter keinen Umständen die Bedeutung des Organs eines einfachen Individuums haben könne; und in weiterer Konsequenz, dass ein aus Theilen zusammengesetztes Wesen mit jenen Eigenschaften die Natur eines Individuen-Stockes darlege.

Die Erfahrung lehrt nun, dass ein grösserer oder kleinerer Ast, vom Stamme des Baumes abgeschnitten und in die Erde gepflanzt, selbstständig fortwächst, Verdickungsschichten bildet, Wurzel, Sprossen treibt und zum blühenden, Früchte tragenden Baume wird. Eben dasselbe thut ein kleiner Zweig, der vom Baume abgeschnitten mit einem andern, von ihm selbst verschiedenen in Verbindung gesetzt wird; seine Sprossen tragen Blüthen und Früchte, entsprechend der Art-Individualität, von dem der Zweig genommen. Dieselben Erfolge liefern einzelne, gesonderte Stücke vom Hauptstamme eines Baumes; es entstehen dabei Adventivknospen für die Belaubung, für die Wurzeln, und unterhalten dadurch die selbstständige Vegetation des abgeschnittenen Stücks. Von der Wurzel weiss man, dass auch sie, bei Umkehrung des Baumes, unter günstigen Umständen stammbildende Sprossen treiben könne, und so darf man für dieselbe die oben bezeichneten Eigenschaften in Anspruch nehmen. Es treiben ferner die abgeschnittenen Blätter der Citronen, Gesneriaceen, der Ficus elastica u. a., in die Erde gesetzt, ihre Knospen und wachsen so selbstständig zur Pflanze aus. Erwähnt wurde bereits, dass die Knospen nicht selten freiwillig von der Mutterpflanze sich trennen und in selbstständig fortwachsende Brutknospen sich verwandeln. Beim Oculiren machen wir die Erfahrung, dass selbst ein Stückchen Rinde mit der dazu gehörigen neuen Verdickungsschicht und einer entsprechenden Knospe die Lebensgeschichte der Art-Individualität fortführt. Dass solche Resultate nicht bei allen Pflanzen gleich leicht, bei vielen sogar überhaupt nicht erzielt werden konnten, thut zur Sache Nichts. Für die Wissenschaft ist zunächst die Thatsache hinreichend, dass der Stamm eines Baumes und seine Verästungen, dass Blätter, Wurzel, dass endlich Knospen selbstständig zur Pflanze auswachsen können.

Aus diesen Thatsachen wird zunächst geschlossen: dass der Stamm und die Wurzel mit ihren Verzweigungen, desgleichen die Blätter und die Knospen in keiner Weise Organe eines einfachen Individuums sein können, dass ferner in jedem der bezeichneten Theile die Repräsentation der Art-Individualität enthalten sei, und dass demnach die Pflanze, der Baum einen Individuen-Stock darstelle. Wie aber bereits in der Einleitung erwähnt wurde, wie ferner die Erfolge der Versuche bei kleineren und grösseren Stücken der Stammverzweigungen etc., desgleichen das Missglücken der Experimente bei vielen Pflanzen lehren; so kann nicht gefolgert werden, dass auch der kleinste Theil

des Baumes, bei welchem die Versuche gelangen, ein einfaches Individuum repräsentire, noch auch, dass in solchen Theilen, bei welchen die Versuche missglückten, die Repräsentation der Art-Individualität nicht enthalten sei.

Auf direktem Wege ist es also bei unseren gegenwärtigen Erfahrungen, wie es mir scheint, nicht möglich weiter zu gehen und die Begrenzung des einfachen Individuums in einem Baume festzusetzen. Dagegen kann man sich dem Ziele durch eine Reihe von Schlüssen nähern, die auf bekannte Erscheinungen sich stützen.

Der Weg, welchen wir hier zu nehmen haben, wird uns durch eine Erscheinung an den Bäumen selbst vorgezeichnet, auf welche bei Beurtheilung der Individuen-Stöcke und der sie zusammensetzenden Individuen besonders zu achten ist. In der Einleitung wurde hervorgehoben, dass die Wiederholung von homologen Theilen in einem organischen Wesen auf die Natur eines Individuen-Stockes hinleite. Als eine weitere Folgerung ergiebt sich ferner, dass die in der Aggregation sich gleichmässig wiederholenden, letzten Theile selbst als die eigentlichen Individuen angesehen werden müssen. Nun finden wir am Baume eine Wiederholung der Axengebilde in der Ausdehnung der Längsaxe des Stammes und der Ramifikation, desgleichen ein Multiplum von Blättern. In den Axengebilden ferner wiederholen sich Verdickungsschichten, und in diesen Gefässbündel, Rindenpartieen und bildungsfähige Parenchymzellen in kontinuirlicher Aggregation. Auch die Blätter zeigen im Grunde eine Wiederholung der zuletzt angeführten Bestandtheile in einer gesetzmässigen Komposition. So werden wir im ganzen Bereiche des Pflanzen-Stockes bald mittelbar, bald unmittelbar auf die Aggregation bestimmter homologer Endglieder zurückgeführt: nämlich auf die Wiederholung eines Komplexes von Gefässbündeln, Rindenschicht und bildungsfähigen Parenchymzellen. In ihm wäre also das einfache Individuum zu suchen; und die übrigen mehr in die Augen fallenden Theile der Pflanze müssten als mehr oder weniger komplizirte Kompositionsgebilde des Individuen-Stockes angesehen werden. Es fragt sich nun, in wie weit diese bereits von *C. H. Schultz* ausgesprochene Ansicht gerechtfertigt werden könne. Von den Axengebilden, — namentlich vom Stamm und durch weitere Schlussfolgerungen auch von der Wurzel, — wissen wir, dass kleinen Abschnitten die Repräsentation der Art-Individualität zuzuschreiben sei, und folgern daraus: dass bei Bestimmung des einfachen Individuums die Ramifikation nicht in Anschlag gebracht werden darf. Durch de Candolle haben wir weiter erfahren, dass man auch mit knospenlosen Stückchen der Rinde oculiren könne, indem das weitere Wachsthum durch Bildung von Adventivknospen unterhalten werde. Da nun Adventivknospen an jeder beliebigen Stelle der Rinde hervortreten können, so folgern wir nach den vorausgeschickten Prämissen über die Eigenschaften der Individuen und einzelner Organe: dass man, bei Bestimmung des einfachen Individuums der Pflanze,

selbst auf den Abschnitt einer ringförmig geschlossenen Verdickungsschicht nicht zu achten habe, und dass vielmehr in jedem kleineren Theile derselben, wenn sie noch lebenskräftig ist, die Eigenschaften eines Zustandes der Art-Individualität vorliegen. Was endlich die Blätter betrifft, so lehrt schon ein Vergleich derselben untereinander und mit den Staubfäden, dass es auf die Zahl der Gefässbündel u. s. w. nicht ankomme. Die Blätter ferner der Gesneriaceen, die Schuppen der Zwiebeln der Lilien können in kleine Stücke zerrissen werden, und jedes Stückchen keimt und wächst weiter. Auch die bekannte Bildungsgeschichte des Blattes durch allmälige Apposition von gleichartig, zu Gefässbündeln, Parenchymzellen und Epidermis sich entwickelnden Grundlagen liefert den Beweis, dass man es mit einem Multiplum von Individuen in ihm zu thun habe. So werden wir überall zu dem Resultat hingeführt: dass, bei Auffassung und Bestimmung des einfachen mehr ausgebildeten Individuums im Pflanzen-Stock, eben nur ein Komplex von Gefässbündeln, Parenchymzellen und Rindenschicht zu berücksichtigen sei; und dass bei den Axengebilden sowohl der Länge nach, als in der ringförmigen Ausbreitung der Verdickungsschichten, desgleichen in den Blättern nach der Länge und Breite eine Vielheit solcher Individuen vorliege. Mit nothwendiger Konsequenz sind nun natürlich auch die, während des Wachsthums des Baumes in den Axen- und Blatt-Gebilden dargebotenen Entwickelungsstufen dieser Individuen in die individuelle Vertretung der Art-Individualität aufzunehmen.

Es gehört ein gewisser Muth dazu, die aus den obigen Folgerungen resultirende Ansicht von der wesentlichen Natur einer phanerogamischen Art-Individualität und ihrer Lebensgeschichte zu vertreten. Man ist gewohnt, das Individuum als ein selbstständig lebendes Einzelwesen sich zu denken; und man ist hier genöthigt, ein gleichsam parenchymatisches Individuum in sogar noch vagen Umrissen sich vorzustellen. Man sieht die Einheit in einem Baume so deutlich ausgeprägt, man gewahrt das gemeinschaftliche Zusammenwirken der einzelnen Theile (Stamm, Wurzel, Blatt) dieser Einheit in einer so offenbaren Weise, wie wir es bei den Organen eines einfachen Individuums zu beobachten pflegen; und ist nunmehr in die Nothwendigkeit versetzt, ein Individuum aufzufassen, dessen Einheit und Wirkungskreis ganz versteckt und scheinbar ganz untergeordnet in die Lebensgeschichte der Art-Individualität eingreift. Dazu kommt endlich, dass Zeugungserscheinungen (Knospenbildungsprocesse und Regenerationserscheinungen), so wie die daraus hervorgehenden Wirkungen auch während der Entwickelung eines wirklich einfachen Individuums an den Organen angetroffen werden. Man ist daher geneigt, die Erscheinungen an dem Baume durch jene an einem einfachen Individuum zu erläutern; man beachtet dabei nicht den Unterschied zwischen der Zeugung eines Organs und eines Individuums; man beruhigt sich vielmehr mit der, jenen Unter-

schied grade begründenden Thatsache, dass die Pflanze ihre Organe räumlich nebeneinander auslege, das Thier dagegen sie gleichsam ineinanderschachtele. Allein die Lehre von dem Unterschiede eines Organs und eines Individuums, desgleichen von den Individuen-Stöcken, ist entweder eine Illusion, oder, wenn von einer solchen Behauptung heut zu Tage nicht mehr die Rede sein kann, so erschöpfe man alle Konsequenzen, zu denen unabweisliche Thatsachen nothwendig führen. Es zeigt sich dann, dass die Wissenschaft nicht die Aufgabe habe zu erläutern, wie die phanerogamische Pflanze als einfaches Individuum zu deuten sei, sondern wie sie als Individuen-Stock sich verhalte. Die Analyse der Beobachtungen und die daran sich knüpfenden Folgerungen führten zu d e m Resultat, dass das einfache Individuum der Pflanze in einem Komplex von Gefässbündeln, Rinde und Parenchymzellen enthalten sei, weil ihm die Eigenschaft, die Lebensgeschichte der Art-Individualität fortzuführen, zuerkannt werden musste, und weil am Ende bei genauer Beobachtung die Durchführung aller Lebenserscheinungen der Pflanze von ihm in letzter Instanz abhängig ist. Dass dieses einfache Individuum nicht in scharfen Umrissen und räumlich isolirt uns entgegentritt, das gehört so recht eigentlich zur Natur des Individuen-Stockes. Dass endlich die einzelnen, so zahlreichen Individuen im Pflanzen-Stocke mehr zurück-, und die morphologischen und physiologischen Erscheinungen der Gesammtheit in den Vordergrund treten, das hat seinen einfachen Grund darin, dass die Individuen in allen Fällen der Lebensgeschichte der Art-Individualität untergeordnet sind, und dass die Pflanze oder der Baum einen grösseren, ja den grössten Cyclus derselben umfasst.

Die Lebensgeschichte einer phanerogamischen Art-Individualität lässt sich nunmehr nach den letzten Erläuterungen in folgender Fassung r e s u m i r e n. Die Art-Individualität beginnt ihre Lebensgeschichte mit dem Embryobläschen in Form einer elementaren, organischen Zelle und geht durch endogene Zellenbildung in den Zustand des Embryokügelchens über. Diese Lebensperiode kann mit der sogenannten Furchungsperiode in dem Entwickelungsleben einer thierischen Art-Individualität verglichen werden; und den Zuständen in derselben muss daher jener Charakter zugeschrieben werden, den wir in der Einleitung (p. 13 sqq.) hervorgehoben. Das Zellenmaterial des Embryokügelchens geht sodann nicht zur Entwickelung eines einfachen Individuums über, sondern verwandelt sich durch Vermittelung eines ungeschlechtlichen Zeugungsprocesses (durch Knospenbildung) in den sogenannten Pflanzen-Embryo. Die Art-Individualität tritt also sofort in Form eines Individuen-Stockes auf. Während dieser Verwandlung, wenn am Embryokügelchen die ersten zelligen Erhebungen (Knospen) als Anlagen der Saamenblätter, der Plumula und Radicula sich markiren, und wenn in ihnen die erste Differenzirung in die epidermoidale Rindenschicht, in die Gefässbündelschicht und in die zwischen beiden

gelegene bildungsfähige Zellenschicht (Cambium u. s. w.) stattgefunden; da mögen vorübergehend einfache, selbst äusserlich theilweise hervortretende Individuen in die Komposition des Pflänzchens eingreifen. Ist dagegen der Pflanzen-Embryo fertig gebildet, so kündigt sich in ihm bereits der wesentliche physiologische und morphologische Charakter der Pflanzen-Art-Individualität an. Die in die Komposition des Stockes zunächst eingreifenden und zur gemeinschaftlichen Durchführung der Lebensgeschichte verbundenen drei Hauptheile sind nicht einfache Individuen, sondern dem Haupt-Stock untergeordnete Individuen-Stöcke, die in sich physiologisch und morphologisch abgeschlossene Einheiten bilden und, wie die Doppelzahl der Cotyledonen beweiset, mehrfach auftreten können.

In dem weiteren Fortgange der Lebensgeschichte ist obiges Prinzip in noch ausgezeichneterem Grade ausgesprochen. Es wachsen die Axengebilde (Plumula und Radicula) durch Vermittelung des Knospenbildungsprocesses in die Länge. Dieser Knospenbildungsprocess geht im Anschluss an die vorhandenen Axengebilde und behufs der Verlängerung derselben von vielen Stellen zugleich aus und schreitet so vorwärts. An dem Stamme treten sogar während der Entwickelung dieser kombinirten Knospengruppe zugleich excentrisch Knospenzeugungen hervor und führen zur Bildung von Blättern. Man sagt daher mit vollem Recht, dass der Stamm durch Sprossenbildung wachse. Jeder zur Verlängerung der Axengebilde dienende Anwuchs stellt einen untergeordneten Komplex des ganzen Stockes dar; und der Spross zeigt sich uns, entsprechend seiner Bildungsgeschichte, in einer noch mehr zusammengesetzten Gestalt, die aus Axengebilden und Blättern besteht. Der Spross ist also ein, durch den Stamm dem Hauptstocke untergeordneter Theil, der selbst wieder aus Stöcken zusammengesetzt ist, so zwar, dass die Blätter in Abhängigkeit von dem Axengebilde entstanden sind. Gleichzeitig mit dem Wachsthum der Axengebilde in der Richtung der Längsaxe ist ein Wachsthum mittelst Knospenbildung in der Dicke gegeben. Es bilden sich aus dem Cambium die Verdickungsschichten in Begleitung von excentrisch hervortretenden Axillar- und Adventiv-Knospen. Auch hier ist es eine ganze, in der Form einer Röhre knospende Schicht von einfachen Individuen, die in Gemeinschaft sich entwickelnd und untereinander verbunden zwischen die Bestandtheile der Axengebilde (Rinde und gefässbündelhaltige centrale Schicht des Individuen-Stockes) zur Verdickung eingeschoben werden. Die Axengebilde wachsen also auch auf diese Weise durch Ausbildung von Individuen-Stöcken; und während der Entwickelung derselben erheben sich zu gleicher Zeit für die Ramifikation excentrische Knospen, welche wie die Knospen des Längenwachsthums sich verhalten und an dem Stamme in Sprossen sich verwandeln. Wir beobachten ferner, dass während des Anwuchses neuer Theile (untergeordneter Individuen-Stöcke) in dem Pflanzen-Stock

die bestehenden so, wie sie sich als eine Gesammtheit ausbildeten, allmählig unthätig werden, dass die Blätter abfallen, die Axengebilde dagegen verholzen und verkorken, aber auch nach der Umwandlung noch zum Schutz und zur Stütze des Pflanzen-Stockes an der Komposition desselben sich betheiligen.

Die Erfahrung lehrt weiter, dass, während des beschriebenen Wachsthums der Pflanze und unter dem Absterben einzelner Theile, der Stamm mit der Fortführung der Lebensgeschichte zu einem bestimmten Endziele betraut ist, dass namentlich die Sprossen und auch die Blätter an ihnen in einer gesetzlichen Stufenfolge zur Produktion von Sprossen und Blättern der Blüthe führen. Es wird endlich beobachtet, dass mit der Erreichung dieses Zieles das Längenwachsthum der Sprossen aufhöre und so die Lebensgeschichte der Art-Individualität für einen bestimmten Individuen-Komplex abschliesse; dass aber durch die excentrisch aus den Verdickungsschichten hervortretenden Sprossen für eine endlos fortdauernde Produktion neuer Stufenfolgen gesorgt sei. Wir überzeugen uns demnach, dass die Hauptbewegungen in der Lebensgeschichte einer phanerogamischen Art-Individualität zunächst an einheitlich verbundenen Individuen-Komplexen des Pflanzen-Stockes sich offenbaren und diesen Verhältnissen nach auch gewürdigt werden müssen. Man darf jedoch auf dem von uns bezeichneten Standpunkte in dieser Erscheinung nur eine bestimmte, komplizirte Art und Weise erkennen, wie die einfachen Individuen, die eigentlichen Träger der Lebensgeschichte jeder Art-Individualität, vermittelst der Knospenbildung, ihre Aufgabe ausführen.

Zum Theil einfacher sind die Beispiele von Knospenbildungen aus dem ***Thierreich.***

Aus der Lebensgeschichte der ***Kampanularien*** ist uns durch ***Lovén's*** Untersuchungen Folgendes bekannt geworden (Wiegmann's Arch. f. Naturg. 1837, p. 249 sqq.). An dem Individuen-Stocke der ***Campanularia geniculata*** unterscheidet man drei Formen glockenförmiger Individuen, von welchen nur die eine Eier erzeugt. Aus diesen Eiern entwickeln sich, wahrscheinlich nach vorangegangener Befruchtung und noch in dem Mutterthier selbst, infusorienartige Embryonen, die nach dem Platzen der Eihüllen in Freiheit gesetzt werden. Sie stellen nach ***Lovén*** nahezu cylindrische hohle Körper ohne wahrnehmbare Mundöffnungen dar; an der Wandung des Schlauches erkennt man eine äussere, mit Cilien besetzte glashelle und eine körnige, undurchsichtige Schicht. Nachdem die Embryonen einige Zeit im Wasser umher geschwärmt haben, setzen sie sich an irgend einen Gegenstand fest und verwandeln sich in eine kreisförmige flimmerlose Scheibe. An dieser Scheibe markiren sich bald am Rande vier knospenartige Erhebungen, die allmälig zu Stolonen oder Ausläufern auswachsen. Gleichzeitig zeigt sich in dem Centrum der Scheibe eine Knospe, welche die erste Grundlage des eigentlichen Polypen-Stammes darstellt. Sie erhebt sich säulenartig und endigt kolbenförmig. An der äus-

seren später festeren Hülle verlaufen gürtelförmige Einschnitte, die nach der Basis hin in allmählig kürzer werdenden Zwischenräumen aufeinanderfolgen, und die Säule der Länge nach in entsprechende Abschnitte abgrenzen. Während diese Abschnitte, von der Spitze der Säule nach der Basis hin, nach und nach grösser werden, treten in Folge neuen Anwuchses von der Scheibe aus neue Abschnitte hinzu, und so fort. Im Inneren der Säule verläuft ein Kanal mit zirkulirender, feinkörniger Flüssigkeit, an dessen Wandung die Einschnürungen nicht bemerkbar sind. Hat der Stamm eine bestimmte Grösse erreicht, so wird die terminale, von der Umgebung sich mehr abgrenzende Anschwellung weiter und verwandelt sich in die jüngste Form der bisher eigentlich so genannten Polypen-Individuen mit später hervortretenden Tentakeln an der Mundöffnung. In regelmässiger Entfernung von dem ausgebildeten terminalen Polypen wachsen darauf aus der inneren Wandung der Röhre des Stammes excentrisch Knospen hervor, die bei weiterer Ausbildung sich genau so, wie der Stamm selbst verhalten. Bald ist in Folge dessen der Stamm mit einer Anzahl alternirender Zweige besetzt, die sämmtlich mit terminalen Polypen-Individuen der jüngsten oder ersten Form versehen sind. Die Höhlen der inneren Röhre (Darmröhre) des Stammes und der Zweige stehen in offener Kommunikation; nur die Höhle der eigentlich sogenannten Polypen-Individuen scheint durch eine dünne Zwischenwand von der allgemeinen Höhle getrennt zu sein. Während sodann der Individuen-Stock durch die terminalen Individuen ernährt wird und sich weiter ausbildet, zeigen sich Axillarknospen, die zwar in derselben Weise hervorschiessen, wie die Knospengrundlagen des Stammes und der ersten Zweige, deren kolbiges Ende jedoch nach kurzem Wachsthum der Knospe in der Längsrichtung zur zweiten Form der Polypen-Individuen des Stockes sich verwandelt. Diese Individuen zeichnen sich durch ihre Grösse aus, entwickeln keine Tentakeln und sind an der Oeffnung mit einem gewölbten Deckel versehen. Nach einiger Zeit entsteht schliesslich in diesen Thieren die geschlechtliche, dritte Form der Individuen des Polypen-Stockes, und zwar wiederum mittelst Knospenbildung. Es erheben sich paarig und successiv, von der Mundöffnung nach dem kurzen Stiele hin, anfangs kleine, lokale, seitliche Erweiterungen der Darmröhre, die zu zwei kugelförmigen Körpern sich ausbilden. Diese entwickeln sich weiter in dem Zwischenraum zwischen der äusseren und inneren Membran des Mutterthieres, stossen endlich in der Reihenfolge, wie sie entstanden, den Deckel des letzteren auf, um als medusenähnliche Geschöpfe frei hervorzutreten. Ihre Höhle bleibt mit der des Mutterthieres in Verbindung. Nachdem in ihnen die Eier gezeugt und der Infusorien-Embryo ausgetreten ist, gehen sie unter; die Lebensgeschichte der Art-Individualität hat in ihnen das Endziel erreicht. Auch das Mutterthier scheint nach erfolgter, allmäliger Ausbildung und Verkümmerung der von ihm gezeugten später geschlechtlichen Individuen unterzugehen,

während an anderen Stellen des Polypen-Stockes noch für eine zeitweilige Fortdauer der Lebensgeschichte dieser Art-Individualität gesorgt ist.

Die Uebereinstimmung in der Ausführung der Lebensgeschichte (Art-Ind.) der Kampanularien und Pflanzen ist, wie sich unschwer übersehen lässt, ausserordentlich. Sie zeigt sich nicht allein in einer gewissen Aehnlichkeit der Form-Verhältnisse; sie wird vielmehr darin erkannt, dass ein grosser Abschnitt der Lebensgeschichte in Form eines Individuen-Stockes verlebt wird, und dass ein und dasselbe Bildungsgesetz, die ungeschlechtliche Zeugung und Fortpflanzung mittelst Knospenbildung, die Verwirklichung einer solchen Lebensweise der Art-Individualität herbeiführt. Um jedoch die Wirkungen des bezeichneten Bildungsgesetzes bei den Kampanularien sich genauer vergegenwärtigen zu können, wird es auch hier nothwendig, über die Begrenzung des einfachen Individuums sich zu verständigen. Schon bei dem infusorienartigen Embryo kann diese Frage angeregt werden. Man nimmt gewöhnlich keinen Anstand, diesen Embryo für ein einfaches Individuum zu halten. Das einheitliche Gepräge in Form und Lebensweise möchte auch hier, wie bei den phanerogamischen Pflanzen, die hervorstechendste Erscheinung und Eigenschaft sein, auf die man sich bei Entscheidung der Frage bezieht. Allein derartige Eigenschaften werden auch an einem Individuen-Stocke sichtbar; sie können heut zu Tage die angeregte Frage nicht mehr entscheiden. Der wichtigste Bestandtheil des embryonalen Körpers ist die überall gleichmässig verbreitete, so genannte Sarcode; ob eine Darmhöhle vorhanden sei, kann noch bezweifelt werden. Die Sarcode selbst ist uns morphologisch und genetisch noch vollkommen räthselhaft. In physiologischer Beziehung dagegen ist bekannt, dass sie ausserordentlich kontraktil und empfindlich ist, dass sie oder ihre Ausscheidungen Nahrungsstoffe umändern, und dass sie so sich ernährt, ferner wächst, sich entwickelt, zeugt. Die Beobachtung lehrt weiter, dass selbst kleine, von den Süsswasserpolypen getrennte Stücke einer solchen Substanz die bezeichneten Eigenschaften sich erhalten und selbstständig die Lebensgeschichte der Art-Individualität fortzuführen im Stande sind. Solche Thatsachen fordern zur Vorsicht auf und nöthigen uns das Geständniss ab, dass bis auf weitere Erfahrungen hin die Entscheidung der angeregten Frage in Betreff des infusorienartigen Embryo wenigstens zurückzuhalten sei; ja, dass sogar mit grösserer Wahrscheinlichkeit auf den Charakter eines Individuen-Stockes in ihm geschlossen werden könne.

Wir wenden uns nun zu dem, aus dem infusorienartigen Embryo hervorgehenden Polypen-Stocke selbst. Gewöhnlich werden die terminalen, glockenförmigen Theile des Polypen-Stockes als die eigentlichen, geschlechtlichen oder ungeschlechtlichen einfachen Individuen bezeichnet, und stillschweigend die übrigen Theile, Stamm, Zweige, die Basis mit den Stolonen denselben untergeordnet. Die Vorstellungen, welche eine solche Auf-

fassungsweise des Polypen-Stockes begleiten, mögen dieselben sein, wie bei der Bestimmung der Blätter als einfacher Individuen des Pflanzen-Stockes. Vielleicht hat man auch einen besonderen Werth darauf gelegt, die mehr entwickelten Zustände aus der Lebensgeschichte der Art-Individualität mit dem Namen „Individuum" zu belegen. Auf dem Standpunkte, welchen ich in der Einleitung erläutert habe, bin ich genöthigt, die angeregte Frage mit Rücksicht auf den ganzen Lebensverlauf der Art-Individualität zu beurtheilen und zu entscheiden. Auf diesem Standpunkte lassen sich Erscheinungen nachweisen, aus welchen hervorgeht, dass die Vertretung der Art-Individualität nicht ausschliesslich den terminalen, glockenförmigen Theilen des Stockes zukomme, dass sie vielmehr auch in den übrigen Theilen enthalten sei; ja, dass sogar, wie bei den Pflanzen, die strikte Begrenzung der einfachen Individuen weder in den glockenförmigen, eigentlich sogenannten Individuen, noch überhaupt am ganzen Stocke mit Sicherheit gemacht werden könne.

Von den Erscheinungen, die zur Begründung obiger Aussprüche zu verwerthen sind, entnehme ich einen Theil aus der gegenwärtig bekannten Bildungsgeschichte des Polypen-Stockes. Man beobachtet, dass aus dem keimungsfähigen Materiale des scheibenförmig gewordenen Embryo knospenförmige Erhebungen sichtbar werden, die an den Rändern zu Ausläufern, in der Mitte zum Stamme auswachsen. Die Hauptsubstanz, welche sich aus den Knospen entwickelt ist von homologer Beschaffenheit, wie in der Scheibe selbst; es ist die besprochene Sarcode. Vorausgesetzt, dass die Scheibe keine innere Höhle besitzt, so darf die Bildung einer Darmröhre in der Sarcode des Stammes als der einzige Unterschied hervorgehoben werden. Der emporwachsende Stamm treibt ferner Seitenknospen, und diese verhalten sich in ihrer Ausbildung ganz so wie der Hauptstamm; selbst in den endständigen, eigentlich sogenannten Individuen tritt uns im Wesentlichen dasselbe Phänomen entgegen. Der ganze Bildungsvorgang lässt in allen einzelnen Perioden den Aufbau eines Individuen-Stockes nicht verkennen (Vergl. Einl. p. 12. seq.). In dem scheibenförmigen Embryo haben wir jedenfalls einen unmittelbaren Vertreter der Art-Individualität, sei es in Form eines einfachen Individuums oder eines Individuen-Stockes. Die an ihm hervortretenden Neubildungen entwickeln Bestandtheile, denen im Wesentlichen homolog, aus welchen der zeugende Stamm besteht. Die vorhandenen Unterschiede beziehen sich auf die Entwickelungsreihe der Art-Individualität und auf die, von den einzelnen Zuständen dem gemeinschaftlichen Zusammenleben dargebrachten Leistungen. Daraus folgern wir, dass der sogenannte Wachsthumsprocess einen ungeschlechtlichen Zeugungs- und Knospenbildungsprocess involvire, dass die Neubildungen in jedem Zustande, ebenso wie der zeugende Stamm selbst, unmittelbar die Art-Individualität vertreten, und dass also nicht allein die endständigen Theile des

Polypen-Stammes, sondern auch der Stamm selbst, die einzelnen Zweige, die Stolonen auf die unmittelbare Vertretung der Art-Individualität Anspruch haben. Man muss sogar noch weiter gehen. Während des Wachsthums des Polypen-Stockes zeigte sich: dass von der keimenden Stelle aus die Verlängerung der Knospe in Form eines allmäligen Anwuchses erfolge, dass ferner jeder neu herantretende Theil von homologer Beschaffenheit, wie der bestehende sei, dass derselbe sogar am Stamm und den Zweigen in Abschnitten sich markire, dass endlich ein solcher Abschnitt zu den gewöhnlich sogenannten Polypen-Individuen sich ausbilde. Wir folgern daraus, dass auch in den einzelnen markirten Abschnitten des Stammes und der Zweige, desgleichen selbst in weiter nicht bezeichneten Abschnitten der Längsaxe der Stolonen schon die unmittelbare Vertretung der Art-Individualität vorliege.

Zu einem gleichen Resultat führt uns auch die Betrachtung des morphologischen Habitus dieser Polypen-Stöcke und das Reproduktions-Vermögen. Ueberall sehen wir am Polypen-Stocke Theile von homologem Werthe wiederkehren, und die Unterschiede haben entweder in dem Fortgange der Lebensgeschichte der Art-Individualität zu einem bestimmten Ziele, oder in dem innigen gemeinschaftlichen Zusammenleben der Theile ihre Begründung. Es ist meiner Ansicht nach ein vergebliches Bemühen, diesen oder jenen Theil einem dritten des Polypen-Stockes, etwa den endständigen, als Organe subsumiren zu wollen. Alle Theile des Polypen-Stockes haben, von den bezeichneten Unterschieden abgesehen, einen gleichen morphologischen und auch physiologischen Werth für den ganzen Polypen. Sie können daher entweder nur als Primitivorgane eines einfachen Individuums angesehen werden, oder als Organe eines Individuen-Stockes, in welchem letzteren Falle ihnen der Charakter eines einfachen Individuums oder eines untergeordneten Individuen-Stockes, wie bei den Pflanzen, zu vindiciren wäre. Schon wegen der allgemein anerkannten, endständigen Individuen des Polypen-Stockes kann hierüber die Entscheidung nicht zweifelhaft sein. Von dem Reproduktions-Vermögen dieser Thiere berichtet *Cavolini* (Abhandl. über Pflanzenthiere des Mittelm. p. 58. sqq.). Die im Frühjahr wüthenden Stürme vernichten sie häufig bis auf die am Felsen angeklammerten Wurzelstämme. Aber kaum fängt die freundliche Jahreszeit an, so treiben die Wurzeln Knospen- und bilden Stämme, „wie Bäume, die im Frühjahr wieder ausschlagen und grünen. Auch wenn sie im Sommer selbst ihre Aeste und Organe durch Zufall verlieren, erzeugen sich diese in sehr kurzer Zeit vollkommen wieder." Einzelne kleine Stückchen der Aeste verwandeln sich bei Versuchen auf der einen Seite in mit Blüthen versehene Stämme, während sie auf der andern als Wurzeln sich festheften. Auch freiwillig wachsen von den Aesten Wurzeln aus, während von den Stolonen durch Knospenbildung ein neuer Stamm herauswächst (a. a. O. p. 72.).

Die bisher besprochenen Erscheinungen erlauben nur die Folgerung, dass die unmittelbare Vertretung der Art-Individualität nicht allein in den endständigen, sogenannten Polypen-Individuen, sondern auch im Stamm, in den Zweigen und Ausläufern, ja, sogar in markirten und nicht markirten Abschnitten der Längsaxe dieser Theile gegeben sei. Es ist aber nicht gestattet zu folgern, dass wir bei dieser Zerstückelung des Polypen-Stockes schon zur Abgrenzung des wirklich einfachen Individuums gelangt seien. Man nehme einen Abschnitt aus dem Stamm oder den Zweigen heraus, und man hat vor sich ein röhrenförmiges Stück, das morphologisch aus der überall gleichförmigen Sarcode und der festeren Rinde gebildet wird. Darauf hin lässt sich noch kein einfaches Individuum konstruiren. Haben wir doch erfahren müssen, dass ein ringförmiger Abschnitt der röhrigen Verdickungsschichten des Baumes in ein Multiplum innig mit einander verbundener Individuen sich auflösete. Einen grösseren Werth bei Auffassung eines solchen Abschnittes als eines einfachen Individuums könnte man auf die nothwendige Anwesenheit eines Magens oder einer Darmhöhle bei thierischen Individuen legen. Dieses Postulat muss jedoch grade bei den aus Sarcode bestehenden Thieren in Zweifel gezogen werden. Ausserdem darf hier daran erinnert werden, dass wir in den Pyrosomen anerkannte, thierische Individuen-Stöcke besitzen, deren einzelne Individuen eine zusammenhängende Röhren-Wandungsschicht um eine gemeinschaftliche Höhle formiren. Diese Höhle hat nicht ganz dieselbe Bedeutung, wie die in unserem Polypen-Stocke. Allein wir haben es dort auch mit einzelnen, deutlich abgegrenzten, und in sich mehr differenzirten Individuen zu thun, während im vorliegenden Falle die so räthselhafte Sarcode in kleinen Abschnitten als Vertreterin des Individuums angesehen werden müsste. Bei Auffassung der gewöhnlich sogenannten Polypen-Individuen (der glockenförmigen Endstücke des Polypen-Stockes) hat man noch schliesslich auf die einheitlichen Willens-Aeusserungen, die sich beim Fangen der Beute etc., in der Kontraktion der Arme und des ganzen Körpers aussprechen, besondere Rücksicht genommen. Gleichwohl darf daraus allein kein Kriterium für die Bestimmung des einfachen Individuums gesucht werden. Sehen wir doch die Einheit in der Lebensgeschichte einer jeden Art-Individualität, besonders aber wenn sie als Individuen-Stock auftritt, in allen Lebensäusserungen so deutlich und vielseitig ausgesprochen; warum soll sie nicht in den Bewegungen eines thierischen Individuen-Stockes sich zu erkennen geben? Dass dieses wirklich der Fall sei, wird sich später noch auffallender herausstellen. Als schliessliches Resultat der Erörterungen ergiebt sich jedenfalls, dass aus den bisherigen Erscheinungen die Bestimmung des einfachen Individuums an unseren Polypen sich nicht treffen lasse.

Einen Schritt weiter dagegen führen uns die Theilungsversuche an nahe verwandten Thieren, den Süsswasser-Polypen. Ich habe die Versuche ***Trembley's***

(Mémoires pour servir à l'histoire d'un genre de Polypes d'eau douce etc.; p. 229. sqq. 1744) zur eigenen Belehrung und im Interesse vorliegender Abhandlung fast sämmtlich wiederholt und die Erfolge genauer beobachtet. Mir stand nur die Hydra fusca zu Gebote. Die Hoffnung etwas Genaueres über die Bildung der Sarcode zu ermitteln, ist leider gescheitert. Von der Richtigkeit der durch ***Trembley*** bekannt gewordenen und später vielfach bestätigten Resultate solcher Versuche kann man sich leicht überführen. Man kann den röhrenförmigen, aus Sarcode gebildeten Leib des Polypen in jeder beliebigen Richtung in Stücke zerschneiden, und jedes Stück verwandelt sich nach und nach in den vollständigen Polypen. Keine Erscheinung lässt sich wahrnehmen, die darauf hindeutet, dass irgendwie die Längs- oder Queraxe des Polypen von Einfluss auf die Stelle sei, wo sich später an dem Stückchen das Kopfende mit den Armen oder der Fuss bildet. Sind die Stücke gross genug, so legen sich die Ränder zur Bildung der Röhre des künftigen Polypen aneinander und schon nach 24 Stunden werden Daphnien verschluckt. Bei Stückchen von etwa $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{8}'''$ vernarben die Schnittränder, und die Höhle des künftigen Polypen bildet sich, wie schon ***Trembley*** angiebt, im Inneren der anfangs soliden Grundlage. Immer wachsen aus soliden Knospen, nach Bildung der Höhle, zuerst die Arme, einer nach dem anderen hervor; der Fuss bildet sich oft viel später. Die abgeschnittenen Arme eines erwachsenen Polypen, desgleichen Stücke derselben gingen bei meinen Versuchen ebenfalls ohne weitere Verwandlung in Verwesung über. ***A. J. Rösel*** giebt an, dass ihm auch solche Versuche unter vielen vergeblichen mehrere Male gelungen seien (Insekten-Belustigung; Th. III. p. 495. sqq.). Ich habe später den Versuch in soweit abgeändert, dass ich noch in der Ausbildung begriffene und nahezu als Knospen zu betrachtende Arme abschnitt. Hier beobachtete ich, dass der abgeschnittene Theil in einigen Fällen eine innere Höhle ausbildete und ein bis zwei Knospen trieb, wie wenn sonst an den abgeschnittenen Stücken des Polypen neue Arme auswachsen. Gleichwohl gingen die Stücke nachträglich doch zu Grunde. Wenn der Stiel oder Fuss des Polypen auch nur mit einem Minimum der Substanz des Leibes verbunden abgeschnitten wird, so erhält er sich und dient als Fuss des neuen, aus der Schnittfläche hervorwachsenden Polypen. In einem Falle benutzte ich zu meinen Versuchen einen Polypen, der, wie gewöhnlich, in der Nähe des Stieles eine Knospe getrieben hatte. Durch einen Schnitt, der dicht über dem oberen Ende des Stieles quer durch die Darmhöhle des Polypen und durch die Längaxe der Knospe geführt worden war, wurde der Stiel mit einem kleinen Rudiment der Darmhöhle und der halben Knospe von dem oberen Theile des Polypen abgetrennt. Nach einigen Tagen schon hatte sich aus der halben Knospe ein junger Polyp ausgebildet, der unter einem fast rechten Winkel am Stiele befestigt war. Je grösser der junge Polyp wurde, um so stumpfer gestaltete sich der bezeichnete

Winkel, und schliesslich sass der Sprössling auf dem alten Stiele des ursprünglich zeugenden Stammes so auf, als ob es sein eigen gebildeter Fuss wäre. Es ist mir bisher nicht geglückt, einen rein abgeschnittenen Stiel des Polypen zum Fortwachsen zu bringen. *Trembley* und *Rösel* haben auch diesen Versuch mit Erfolg gemacht.

Die Erscheinungen, welche bei obigen Versuchen zu Tage treten, sind wesentlich dieselben, die unter ähnlichen Umständen auch an den Pflanzen beobachtet werden. Ja, wie bei den Pflanzen-Stöcken getrennte Stücke unter geeigneter Zusammenfügung wieder sich vereinigen, so geschieht es nach *Trembley's* Versuchen auch bei den Polypen. Wahrscheinlich werden auch, wie beim Oculiren und Pfropfen, einzelne Stücke von verschiedenen Polypen miteinander verwachsen und gemeinschaftlich die Lebensgeschichte der Art-Individualität fortführen. Hierüber fehlen noch Versuche. Doch ist in dem Verhalten des Sprösslings zu dem ursprünglich zeugenden Stammpolypen bei dem oben von mir beschriebenen Versuche, wie mir scheint, dieses Phänomen bereits ausgesprochen. Denn wie der abgeschnittene Zweig eines Baumes, mit dem selbst verstümmelten Stamme eines anderen in Verbindung gebracht, die Theile des letzteren zu seinem eigenen Bedarf verwendet, so macht es auch der junge Polyp mit dem Stiele seines Erzeugers. Ueber die Folgerungen, welche aus den mitgetheilten Versuchen zu ziehen sind, können nach den vorausgeschickten Praemissen kaum noch Zweifel obwalten. Jedem Stückchen des Polypen-Leibes, das die Befähigung besitzt, die Lebensgeschichte der Art-Individualität selbstständig und unmittelbar weiter fortzuführen, muss die unmittelbare Vertretung der Art-Individualität zugeschrieben werden. Man kann nicht sagen, dass in einem abgeschnittenen Stückchen, und sei es auch das kleinste von solcher Befähigung, die Begrenzung des einfachen Individuums gegeben sei; denn leider fehlen uns hier die morphologischen Kenntnisse über die Sarcode. Man muss aber weiter folgern, dass die Wandung der sogenannten Darm- oder Magenhöhle, nach den Versuchen zu urtheilen, aus einem Multiplum von Bestandtheilen zusammengesetzt sei, in welchen die unmittelbare Vertretung der Art-Individualität vorliege. In dem Leibe des Polypen ist also jedenfalls ein Individuen-Stock enthalten; die Magen- oder Darmhöhle ist die gemeinschaftliche Höhle einer Vielheit von Individuen, die zu einer scheinbar homogenen Röhre untereinander vereinigt sind; sie darf also auch nicht in Rechnung gezogen werden, wenn man in dem Polypen das einfache Individuum abgegrenzt sich vorstellen will.

Hieran schliesst sich die Frage, wie es mit den Armen und dem Stiele zu halten sei. Bei der Gewissenhaftigkeit, mit der *Trembley* und *Rösel* experimentirt haben, bin ich vielmehr geneigt, ein grösseres Gewicht auf ihre positiven Resultate, als auf meine zum Theil negativen zu legen; auch *Trembley* möchte nicht zweifeln, dass abgeschnittene Arme unter günstigen Umständen zu Polypen auswachsen können. Wollte man sich aber

auch an die negativen Resultate halten, so darf daraus allein noch kein Einwand gegen die unmittelbare Vertretung der Art-Individualität in jenen Theilen des Polypen gesucht werden. Man hat vielmehr darauf zu achten, dass in den Armen und in dem Stiele wesentlich dieselbe Substanz, wie in der Wandung der Magenhöhle, nur mit dem Zusatz von Nessel- und Angelorganen, angetroffen wird, und dass es ferner morphologisch unmöglich ist, selbst den einzelnen Arm oder den Stiel einem in der Vorstellung etwa aufgefassten einfachen Individuum des Polypen-Darm-Körpers als Organ zu subsumiren. Diese Erscheinungen leiten darauf hin, in dem Stiele und den einzelnen Armen, grade sowie in der Wandung der Darmhöhle, die unmittelbare Vertretung der Art-Individualität anzuerkennen. Nun ist aber weiter bekannt, dass die Arme und der Stiel der Länge nach, aus solchen Stückchen Sarcode bestehen, wie die Darmwand in ihrer Ausbreitung, und dass sie ferner als Knospen hervorwachsen, an welchen zuerst die Spitze und allmälig unter neuem Zuschuss von Bildungsmaterial die an der Längsaxe anstossenden Abschnitte von homologem Werthe nach der Befestigungsstelle hin ausgebildet werden.*) Daraus muss gefolgert werden, dass in den Armen und in dem Stiele sogar die Natur eines Individuen-Stockes hervortrete.

Wenn man also die Konsequenzen möglichst erschöpft, wie es unsere Aufgabe ist, so stellt sich heraus, dass der Süsswasser-Polyp nicht allein nicht ein einfaches

---

*) In Bezug auf den Stiel erlaube ich mir eine auffallende, die bezeichnete Richtung seines Wachsthums ebenfalls begründende Beobachtung mitzutheilen. Bekanntlich wachsen die jungen Polypen als Ausstülpungen der Darmhöhle des zeugenden Stammes in der Nähe der Anheftungsstelle des Stieles hervor. Zuerst wird die Darmhöhle des jungen Polypen gebildet, dann die ersten Arme und zuletzt der Stiel. Der Bildung des Stieles geht eine Verschmelzung der Wandung an der offenen Kommunikations-Stelle zwischen der Darmhöhle des alten und jungen Polypen voran, und an eben dieser Stelle liegt auch der Knospenpunkt für den Stiel. Ich hatte nun, um das Auswachsen des Stieles zu einem jungen Polypen zu prüfen, in ähnlicher Weise, wie oben bei den Armen, den Versuch mit dem noch in der Ausbildung begriffenen Stiele eines jungen Polypen angestellt. Um dabei unter den günstigsten Bedingungen zu verfahren, wurde der noch unausgebildete Stiel nach Entfernung der Darmhöhle des jungen Polypen mit dem zeugenden Stamm in Verbindung gelassen. Der junge Stiel wucherte noch einige Zeit, doch bildete sich kein neuer Polyp daraus. Dagegen bemerkte ich, dass derselbe immer tiefer an dem alten Polypen herabrückte, und zuletzt nahe zu in der Mitte der Längsaxe an dem Stiele des alten Polypen seine Befestigungsstelle hatte. Dieses Phänomen liess sich nicht anders erklären als dadurch, dass der Stiel des alten Polypen an seinem oberen, befestigten Theile auf Kosten der Darmhöhlen-Wandung sich vergrössert habe. Ist man auf dieses Phänomen aufmerksam geworden, so kann man sich leicht an jedem jungen Polypen überzeugen, dass in der That seine Anheftungs-Stelle an dem zeugenden Stamm allmälig tiefer herabrückt, und dass sein Stiel kurz vor der Ablösung nicht mehr an der Darmhöhle des alten Thieres, sondern an dem obersten Ende des Stieles desselben, das sich durch Verschmelzung (?) aus dem unteren Theil der Darmhöhle gebildet, festsitzt. Es liegt auf der Hand, das unter solchen Umständen die Länge der Darmhöhle des Polypen fortdauernd ab, die des Stieles in gleichem Grade zunehmen müsste. Das ist nun in einer, irgendwie auffallenderen Weise nicht der Fall. Daher bleibt nur die Annahme übrig, dass der Stiel an seinem freien Ende allmählig verkümmere, die Darmhöhle dagegen einen Ersatz für die Verkürzung erhalte. In der That beobachtet man an dem freien Ende des Stieles öfters ein lockeres, wie in der Auflösung begriffenes Gebilde der Sarcode. Die Verlängerung der Darmhöhle ferner kann nicht aus einer Vergrösserung der etwa schon vorhandenen Elemente in der Sarcode angesehen werden, da hievon Nichts zu bemerken ist. Es wird vielmehr durch Neubildung von Sarcode geschehen müssen. Wo dieses an der Darmhöhle stattfinde, ist schwer zu sagen. Allein das gewöhnliche Hervorsprossen neuer Polypen an dem unteren Theile spricht für diese Gegend, da Zeugungsakte ganz allgemein in die Entwickelungsperiode eines organisirten Wesens fallen.

Individuum sei, sondern dass derselbe sogar einen komplizirten Individuen-Stock, ähnlich der Pflanze, darstelle. Die Arme, die Darmhöhle, der Stiel sind untergeordnete Individuen-Stöcke eines Haupt-Stockes und dienen im gemeinschaftlichen Lebensverbande als Organe desselben. Gleichwohl sind wir nicht einmal im Stande in den untergeordneten Individuen-Stöcken das einfache Individuum abzugrenzen. Wie bei den Pflanzen, sind wir vielmehr genöthigt, das einfache Individuum als ein „parenchymatisches" zu denken. Mit diesem Ausdrucke soll nichts Anderes gesagt sein, als dass die einfachen Individuen wie zu einem Parenchym mit einander vereinigt sind und nirgends eine deutliche Abgrenzung gewahren lassen. Bei den Pflanzen konnte man noch bestimmte und genau bekannte Formbestandtheile bezeichnen, die als Komplex das einfache Individuum höchst wahrscheinlich darstellen. In unseren Polypen ist dieses vorläufig bei der räthselhaften Beschaffenheit der Sarcode unmöglich. Höchstens liesse sich behaupten, dass zu einem einfachen Individuum wahrscheinlich zwei durch ihren Körner-Reichthum unterschiedene Substanzen der Sarcode gehören. An den Armen wären überdiess die Nesselorgane und ihre Beziehung zu den einfachen Individuen in Betrachtung zu ziehen. Alles dieses wird jedoch seiner näheren Aufklärung erst dann entgegen gehen können, wenn die Genesis der Sarcode und das Verhältniss derselben bei der Bildung der Nesselorgane etc. bekannt geworden sein wird.

Die bei den Süsswasserpolypen gewonnenen Resultate lassen sich ohne weiteres Bedenken auf die einzelnen Theile des Polypen-Stockes der Kampanularien übertragen. Nur die medusenähnliche dritte Art der eigentlich sogenannten Polypen-Individuen erfordert noch eine nähere Erläuterung. Es bestehen dieselben bei genauer Untersuchung aus einem glockenförmigen Mantel, der zugleich die Arme oder Tentakel trägt, und aus einer von seinem Grunde sich erhebenden centralen Darmröhre, deren Oeffnung an die Oeffnung des Mantels heranreicht. Vom Grunde dieser centralen Darm- oder Magenhöhle gehen vier Ausstrahlungen in die Substanz des Mantels hinein und münden in ein kreisförmiges Gefäss an dem Tentakelrande der Glocke. Bei der verwandten Syncoryne treffen die vier Ausstrahlungen nach ***Desor*** (Ann. des scienc. naturell.; III. Sér. Tom. XII, p. 205, fig. 14 der Taf. II.) grade auf die vier Arme, die sich zugleich wie Verlängerungen derselben ausnehmen. An der Berührungsstelle beider befinden sich die sogenannten Augenpunkte. Bei Campanularia gelatinosa sind die medusenähnlichen Thiere mit Tentakeln versehen, denen nicht überall auch Augenpunkte entsprechen (a. a. O. fig. 9—12). ***Desor*** beobachtete, dass die Arme anfangs auch hohl seien, wie die Ausstrahlungen des centralen Darms, und dass überall in den Höhlungen dieselbe körnige Masse sich bewege; später werden die Arme solid. Diese Thiere lösen sich hier ab und

werden freischwimmende Medusen, an deren centralen Darmhöhle die Geschlechtstheile hervorsprossen.

Von grossem Interesse sind die Mittheilungen *Desor's* über die Bildung dieses Thieres an dem Individuen-Stock der Syncoryne. Die Grundlage desselben zeigt sich zuerst als eine knospenartige Ausstülpung der Darmröhre des Stammes, an welcher, wie bei der Hydra, zwei Schichten, eine körnerreiche innere und eine mehr glashelle äussere unterschieden werden können. Kaum hat diese Ausstülpung begonnen, so entstehen am Grunde derselben die vier künftigen Ausstrahlungen in Form von sekundären, gleichfalls knospenartig hervortretenden Ausstülpungen. Während dann die centrale Knospe an Grösse zunimmt, wachsen gleichzeitig die sekundären so weiter fort, dass sie, untereinander durch die mit ihnen wuchernde äussere helle Schicht verbunden, scheidenartig die centrale Knospe umgeben. Späterhin gewahrt man, dass die centrale Knospe zur centralen Darmhöhle geworden, und dass die sie umgebende Scheide mit den vier sekundären Knospen die Glocke mit den vier Ausstrahlungen der centralen Darmhöhle darstellt. Am Rande der Glocke sprossen schliesslich tertiäre Knospen für die Arme hervor. Die aus den verschiedenen Knospen sich bildende Substanz zeigt keinen irgendwie auffallenden Unterschied.

Diese Genesis der Polypen-Medusen bietet alle Erscheinungen dar, welche auf die Natur eines sogar zusammengesetzten Individuen-Stockes in diesen Thieren schliessen lassen. Kaum ist die centrale Knospe für die centrale Darmhöhle hervorgetreten, so sprossen die vier sekundären Knospen von gleichem Verhalten hervor. Diese Knospen alterniren nicht, wie in anderen Fällen, sondern gehen als Strahlen von einer Axe aus (strahliger Typus). Während ferner die centrale Knospe isolirt hervortritt, bleiben die vier sekundären Knospen in kontinuirlicher Verbindung zur Bildung der Glocke. Aehnliches, wenn auch unter anderen Verhältnissen, lässt sich bei den Pflanzen beobachten. Erst die tertiären Knospen für die Arme erheben sich wieder freier, den strahligen Typus weiter fortsetzend. Wir haben einen Individuen-Stock erhalten, der aus einem centralen Theile und aus strahlig um denselben angeordneten peripherischen Theilen besteht, an denen wiederum die Glocke und die Tentakel als untergeordnete Theile auftreten.

Es sind bis jetzt keine Versuche mit diesen Thieren angestellt, die zur weiteren Befestigung der bereits aus der Genesis gewonnenen Resultate benutzt werden können. Auch wäre es ja möglich, dass sie hier nicht gelängen; und gleichwohl würde daraus noch nicht zu folgern sein, dass diese Thiere keine Individuen-Stöcke repräsentiren. Allein wir besitzen in den Planarien Thiere, die fast auf gleicher Höhe der Organisation stehen, gleichfalls mit einem verzweigten Darmkanal versehen sind, und die sich

hauptsächlich dadurch von jenen Medusen unterscheiden, dass die Substanz des Thieres mit dem verzweigten Darmkanal in die bekannte wurmförmige Gestalt ausgewachsen ist. Mit diesen Thieren sind zahlreiche Versuche angestellt, und ich habe sie gleichfalls wiederholt. Ich zerschnitt eine ***Planaria lactea*** durch drei Querschnitte in vier Theile und halbirte die Mittelstücke durch Längsschnitte. Von diesen Stücken bildeten sich das Kopf- und Schwanzstück, desgleichen zwei der Mittelstücke nach und nach zu Thieren von der gewöhnlichen Form aus. Lange, bevor diese Form wieder hergestellt war, zeigten sich die etwa fehlenden Augen und die Mundöffnung. Die Umbildung der fast viereckigen Mittelstücke erfolgte auf die Weise, dass die Körpersubstanz an den geeigneten Stellen wucherte, und aus den abgeschnittenen Darmzweigen knospenartige Ausstülpungen zur Ergänzung hervortraten. Aus diesen Erscheinungen muss gefolgert werden, dass in kleinen Abschnitten des Körpers der Planarie, die nur einen Theil der Ramifikation des Darms enthalten, die unmittelbare Vertretung der Art-Individualität vorliege, und dass also dieses Thier mit verzweigtem Darmkanale einen Individuen-Stock darstelle. Wie klein möglicherweise ein Körperstück sein könne, das sich noch zum ganzen Thier ausbilde, wird sich schwer bestimmen lassen. Hindernisse, auf die alle Forscher, welche mit dergleichen Versuchen sich befasst haben, hingewiesen, setzen, diesen Experimenten ein Ziel, ohne dass man befugt wäre zu behaupten, man sei bereits zu dem letzten, das einfache Individuum repräsentirenden Theilchen angelangt. Für uns genügt übrigens das Resultat, dass in einem Thiere mit ähnlich gebildetem und verzweigtem Darmkanale auch durch das Experiment die unmittelbare Vertretung der Art-Individualität selbst in einem Theile des Körpers nachgewiesen werden könne, der nur Abtheilungen des verzweigten Darmkanals enthält. Die Anwendung dieses Resultates auf das medusenähnliche Thier scheint mir unbedenklich. Der skrupulöse Zweifler mag vielleicht auch hier noch sein Bedenken haben. Allein das wird Jeder zugeben müssen, dass in der Verzweigung des Darmkanals an und für sich kein Kriterium für das einfache Individuum zu suchen sei, und dass mit einem verzweigten Darmkanal sehr gut die Natur eines Individuen-Stockes verbunden sein könne. Die unbefangene Betrachtung der Organisation des medusenähnlichen Thieres würde sogar, auch wenn die kostbaren Untersuchungen ***Desor's*** über seine Bildung nicht bekannt wären, viel eher in ihm, als in der Planarie einen Individuen-Stock anerkennen wollen. Nach meinem Dafürhalten ist übrigens aus der Bildungsgeschichte des medusenähnlichen Thieres die Natur des Individuen-Stockes vollkommen gesichert, obschon man auch hier nicht im Stande ist, das einfache Individuum selbst bestimmt abzugrenzen.

Die Lebensgeschichte der Kampanularien als Art-Individualität wird sich demnach in folgenden Worten zusammenfassen lassen. Sie beginnt in dem sogenannten Ei, wahrscheinlich nach vorausgegangener Befruchtung. Ich habe das Wort

„wahrscheinlich“ aus dem Grunde hinzugefügt, weil mir nicht bekannt ist, dass Saamenkörperchen an diesen Polypen-Stöcken beobachtet worden seien. Gleichwohl darf an dem Vorhandensein derselben nicht gezweifelt werden, da sie an nahestehenden Thieren bereits von ***Desor*** beobachtet wurden. Aus dem Ei also geht durch Entwickelung zuerst ein infusorienartiger, frei im Wasser umherschwimmender Embryo hervor, von dem es ungewiss bleiben musste, ob er ein einfaches Individuum oder einen Individuen-Stock darstelle. Wie aber bei den Pflanzen, so tritt auch bei den Kampanularien und verwandten Polypen entschieden das Prinzip hervor, den weiteren Fortgang der Lebensgeschichte in Form eines Individuen-Stockes auszuführen; und das Mittel dazu ist die ungeschlechtliche Fortpflanzung mittelst Knospen. Nachdem sich der infusorienartige Embryo fixirt hat, entstehen die Knospen für die Stolonen und den Stamm. Diese Knospenbildung ist auch hier nicht einfach. Die für die Stolonen bestimmten Knospen erhalten während ihrer Ausbildung fortdauernde Apposition neuer Knospen in der Kontinuität der Längsaxe. Dasselbe ist auch bei der Knospe des Stammes der Fall; doch hier wird aus dem Verhalten der Süsswasser-Polypen zugleich geschlossen, dass die Apposition in der Längsaxe, wie bei den sich bildenden Verdickungsschichten der Pflanzen, unter einer ringförmigen Gruppirung der gleichzeitig hervorkeimenden Knospen um die entstehende Darmhöhle herum erfolge. Während so die Ausläufer und der Stamm sich verlängern, zeigen sich bei beiden, — denn auch die Ausläufer ramifiziren sich — excentrische Knospenpunkte für die Ramifikationen, und beim Stamm wenigstens deutlich noch ein besonderer Vegetationspunkt an den freien Enden der Verzweigungen für die Ausbildung der bisher eigentlich genannten Polypen-Individuen erster Art (Grossammen, ***Steenst.***). Hinsichtlich der Komplikationen des Knospenbildungsprocesses verhalten sich diese Sprossen, wie die zuerst bezeichneten; in den terminalen Theilen der Verzweigungen des Stammes ist der Process sogar durch das Hervorkeimen excentrischer Knospen für die Arme noch mehr komplizirt. Bei der weiteren Fortführung der Lebensgeschichte zu ihrem Endziele bewährt sich, wie bei den Pflanzen, der Stamm als der eigentliche und gewöhnliche Träger. Aus den Winkeln der Ramifikation treten die Axel-Sprossen hervor. Sie wachsen in ähnlicher Weise aus, wie die primären Sprossen; in den endständigen Theilen jedoch, den sogenannten Polypen-Individuen zweiter Art, entstehen, so zu sagen statt der Arme, excentrische Knospen mit strahligem Fortwuchse für die sogenannten Polypen-Individuen dritter Art, in welchen, wie in den Fruchtblättern der Blüthe, die geschlechtlich differenzirten Keime gezeugt werden. Mit ihnen endigt die Lebensgeschichte der Art-Individualität an einer Stelle des Polypen-Stockes; die letzten Träger derselben welken hin, aber die keimende Kraft des übrigen Theiles des Stammes treibt in jeder vorhandenen oder später gebildeten Axel der Ramifikation neue letzte

Endglieder der Art-Individualität hervor, unterhält auf diese Weise längere Zeit ihre Lebensgeschichte, und bewirkt, dass aus einem einzigen befruchteten Eie eine grössere Anzahl geschlechtlich differenzirter Endglieder hervorgehen.

Der Knospenbildungsprocess ist daher, wie bei den Pflanzen, noch sehr kompli- zirt; auch sind die in vielen Punkten übereinstimmenden Bildungsverhältnisse hinsichtlich der Apposition und Gruppirung der keimenden Knospen nicht zu verkennen; ja, man könnte sehr gut auch bei den Kampanularien von einem Wachsthum mittelst Sprossen sprechen. Die Knospenbildung durch Intussusceptio neuer Individuen-Gruppen zwischen den absterbenden älteren fehlt; wir haben in dem Polypen-Stock eine gemeinschaftliche Darmhöhle erhalten. Das Produkt dieses so verwickelten Knospenbildungsprocesses ist ein Individuen-Stock, dessen Theile selbst wiederum, wie bei den Pflanzen, als untergeordnete, sogar noch zusammengesetzte Individuen-Stöcke auftreten, und dessen einfache Individuen in das Parenchym dieser Theile ohne sichere Begrenzung aufgegangen sind. Der Polypen-Stock zerfällt in zwei Haupttheile: in die den Wurzeln des Baumes vergleichbaren Stolonen, und in den Stamm, der dem gleichbenannten Theile der Pflanze homolog ist. Während dann an den Stolonen nur einfache Verzweigungen stattfinden, können an dem Stamm die primären und die sekundären, axelständigen Theile der Ramifikation unterschieden werden. An der primären Ramifikation lassen sich noch zwei Abtheilungen hervorheben: die terminalen Glieder, die unfruchtbaren, früher sogenannten Polypen-Individuen erster Art mit den Armen, und die einfach ramificirten Stammtheile. Die axelständigen Zweige, welche sich mit den Blüthenzweigen vergleichen lassen, bestehen aus drei Unterabtheilungen: aus dem kurzen Stiel, der die Verbindung mit der primären Ramifikation unterhält, aus den proliferirenden, terminalen Gliedern des Stockes (Ammen, ***Steenst.***) und aus den, mit Armen versehenen, später geschlechtlich differenzirten Schlussgliedern. — Diesem Verhalten des Aggregatsystems entsprechend treten, bei Durchführung der Lebensgeschichte vorliegender Art-Individualität, die einfachen Individuen mehr zurück, die dem Haupt-Stock untergeordneten Individuen-Stöcke dagegen in den Vordergrund. In dem gemeinschaftlichen Lebensverbande scheinen die Stolonen hauptsächlich der Befestigung des Polypen-Stockes zu dienen. Doch weiss man, dass auch sie Knospen treiben, aus welchen neue Stämme hervorwachsen. Der Stamm selbst und die primären Verzweigungen sind mit Aufnahme und Fortbewegung von Nahrungsstoffen betraut. Desgleichen vermitteln sie durch Knospenbildung die Fortdauer der Lebensgeschichte der Art-Individualität und den Uebergang der letzteren in die geschlechtlich differenzirten Endglieder. Die axelständigen Zweige sind, wie schon bemerkt, die Blüthenzweige des Baumes. Auch die Fortbewegung der Art-Individualität in einer Entwickelungsreihe ist an den Bestandtheilen des Polypen-Stockes nicht zu verkennen. Zwischen den Stolonen

und primären Verzweigungen des Stammes scheint ein koordinirtes Verhältniss zu bestehen; sie sprossen fast gleichzeitig aus dem infusorienartigen Embryo hervor. Wenn die Stolonen stammbildende Knospen treiben, so war die Bildung der Stolonen der des Stammes vorausgegangen. Andererseits ist von der Hydra bekannt, dass bei den jungen, später abfallenden Polypen, wie bei den Brutknospen die Wurzel, so hier der Stiel später hervorwächst. Sicher ist dagegen, dass die Bildung der Stolonen und der primären Stamm-Verzweigung derjenigen der axelständigen Zweige jedesmal vorausgeht, und dass in der letzteren ein Abschluss der Lebensgeschichte durch die Bildung der geschlechtlich differenzirten Individuen-Stöcke gegeben ist. Mit der Zeugung der geschlechtlich differenzirten Keime hört zugleich an diesem Theile des Polypen-Stockes die ungeschlechtliche Zeugung und Fortpflanzung mittelst Knospen auf. — In Betreff der Art und Weise, wie die Knospenbildung von Statten geht, kann ich nicht unterlassen schliesslich darauf hinzuweisen, dass überall am Polypen-Stock, wo ein hohler Stamm Sprossen treibt, deren Höhlen mit dem Stamm kommuniziren, dieses unter der Form einer Ausstülpung geschieht.

Zu einem zweiten Beispiele ungeschlechtlicher Fortpflanzung mittelst Knospenbildung aus dem Thierreich mag die ***Medusa aurita*** dienen. Die übersichtlichste Darstellung des Verlaufes der Lebensgeschichte dieser Art-Individualität hat ***Sars*** gegeben Wiegm. Archiv. 1841). Wichtige Beiträge verdanken wir auch ***Th. v. Siebold*** (Beiträge zur Naturgesch. der wirbellos. Thiere. Danzig 1839) und ***Desor*** (Annal. des sc. nat., III. Sér., Tom. XII, p. 211). Die zu verschiedenen Zeiten mitgetheilten Beobachtungen ***Dalyell's*** (The Edinb. Phil. Journ. Tom. XVII und XXI) sind mir nicht zur Hand gewesen.

Durch ***v. Siebold's*** Untersuchungen wurde gezeigt, dass die bezeichneten Medusen nicht Zwitter sondern getrennten Geschlechts seien. In dem Parenchym der rosenfarbenen Eier-Stöcke liegen die Eier so verborgen, dass sie alle, mögen sie auch noch so unentwickelt sein, der unteren, der Respirationshöhle zugekehrten Fläche des Bandes mehr oder weniger nahe liegen. Die reifen Eier treten daselbst allmälig hervor und fallen in die Respirationshöhle. Von hier aus gelangen sie auf noch unbekannte Weise zu den, bei brünstigen Weibchen sich bildenden Taschen der vier grossen Fangarme und gerathen wahrscheinlich auf diesem Wege in Berührung mit der dem Wasser beigemischten Saamenfeuchtigkeit. In dem befruchteten Eie beginnt sofort die Lebensgeschichte der Art-Individualität mit dem Furchungsprocesse, und die daraus hervorgegangenen Zellen verwandeln sich dann in einen infusorienartigen, kugelrunden und gelbgefärbten Medusen-Embryo von $\frac{1}{8}$ L. im Durchm. Diese Embryonen bewegen sich mittelst Cilien, welche die ganze Oberfläche derselben bedecken, und enthalten im Inneren eine überall geschlossene Höhle. Nachdem sie ihre Bruttaschen verlassen haben, und während sie frei im

Wasser umherschwimmen, verwandeln sie bald ihre runde Form in eine mehr und mehr in die Länge sich ziehende ovale, wobei zugleich der Körper abgeplattet wird. Das eine, obere oder vordere Ende dieses Embryo wird ferner etwas dicker, und ist mit einem seichten Grübchen versehen. Beim Schwimmen ist das dickere Ende nach vorn gerichtet. Nach etwa 2 bis 3 Tagen setzt sich das Thierchen grade mit dem dickeren Ende und vermittelst des Sauggrübchens an irgend einen Gegenstand des Meeres fest. Nicht lange nach der Befestigung nimmt das freie Ende des Embryo an Dicke zu, der ursprüngliche dickere Theil wird schmächtiger, die abgeplattete Körperform wird zylindrisch. Bald darauf entdeckt man auf der Mitte des freien Leibesendes eine Mundöffnung, um welche herum, unter Zunahme des Körpers an Masse, etwa am 5ten oder 6ten Tage vier lange Arme aus knospenförmigen Erhebungen sich ausbilden. Die Art-Individualität ist nunmehr in einen Zustand übergegangen, der sich mit dem unserer Süsswasserpolypen vergleichen lässt. Der ganze Körper besitzt eine grosse Kontraktilität; die Arme sind mit Nesselorganen versehen; überall aber zeigen sich auf der Oberfläche des polypenartigen Thieres Cilien. *Siebold* findet in der Beschaffenheit der Arme grosse Uebereinstimmung mit den Tentakeln der Hoden und Ovarien, desgleichen mit den Randfäden der erwachsenen Medusen. *Sars* nannte dieses Thier ursprünglich Scyphistoma.

Dieses Thierchen verändert sich zunächst darin, dass die Arme sich vermehren und die Zahl 24 bis 30 allmälig erreichen. Später haben wenigstens *Steenstrup* (a. a. O. p. 14 seq.) und *Desor* bemerkt, dass der Leib desselben medusenähnlich geworden sei und aus einem glockenförmigen, die Arme tragenden Mantel bestehe, in welchem von der, in der Mitte der Glocke gestellten Darmhöhle aus vier Kanäle nach dem Tentakelrande hinziehen und hier in einen kreisförmig verlaufenden Kanal ausmünden. Nach *Steenstrup* verlaufen sogar aus dem kreisförmigen Kanale vier andere Röhren durch jene, die Glocke schliessende, ringförmige Mantelsubstanz nach der Mundöffnung hin. Die seitlichen Verzweigungen der Darmhöhle sind mit denselben Körnchen gefüllt, wie die Darmhöhle selbst. In dem weiteren Fortgange der Lebensgeschichte sind besonders zwei für uns wichtige Erscheinungen hervorzuheben. Das anfangs mehr polypenförmige Thier treibt Knospen, genau so wie die Hydra, und aus diesen Knospen wachsen junge Thiere von derselben Beschaffenheit wie das Mutterthier hervor. Sie fallen ab und setzen sich mit ihrem Stiele gleichfalls fest, um die Lebensgeschichte so weiter fortzuführen, wie das zeugende Stammthier. Dieses letztere bildet nämlich noch an einer zweiten Stelle und in einer anderen Richtung Knospen, obgleich in Betreff der Art und Weise, wie diese Knospenbildung von Statten gehe, weder hinlänglich genaue Beobachtungen vorhanden sind, noch auch die verschiedenen Ansichten von *Sars* und *Desor* über den Vorgang im Allgemeinen sich vereinigen lassen.

Nach *Sars* zeigen sich am Körper, während derselbe beträchtlich an Länge zunimmt, allmälig von oben nach unten und in gleichen Abständen, anfangs schwache Querlinien, die den Körper unterhalb des Tentakelrandes ringförmig umgeben. Diese Linien verwandeln sich später in tiefe Furchen, durch welche der Leib in einzelne Scheiben abgetheilt wird. An dem sich mehr und mehr erhebenden und erweiternden Rande jeder Scheibe treten dann acht eingeschnittene Lappen oder Strahlen hervor. Den so veränderten Medusen-Embryo nannte *Sars*, bevor die Lebensgeschichte desselben bekannt war, Strobila, wegen seiner Aehnlichkeit mit einem Tannenzapfen. Endlich beobachtete dieser Forscher, dass die einzelnen Scheiben, eine nach der anderen, sich ablöseten und frei mit den gewöhnlichen Bewegungen erwachsener Medusen im Wasser umherschwammen. Diese freien Medusen-Larven, früher zu dem Geschlechte Ephyra Eschh. gerechnet, besitzen in ihrer Scheibe eine centrale mit einer freien Oeffnung (Mundöffnung) versehene Darm- oder Magenhöhle, die nach *Desor* zuerst in vier, dann durch Ramifikation in acht Kanäle nach dem Rande der Scheibe ausläuft. An dem Rande befinden sich die acht lappenartigen, mit einem Einschnitt und den Augen versehenen Verlängerungen dieser regenschirmartig gestalteten Scheibe. Allmälig sieht man nun, dass die Verästelungen des Darms zahlreicher werden, aus kleinen Knospen am Rande der Scheibe die den Polypen-Armen ähnlichen Randfäden entstehen, dann an der Mundöffnung die vier grossen Fangarme hervorsprossen, endlich auch die Geschlechtsorgane erscheinen, und dass so die Medusenlarve in die erwachsene Meduse sich verwandelt. Von dem zurückbleibenden, ursprünglichen Stammthiere ist nicht bekannt, ob es verkümmert oder weiteren Verwandlungen unterliegt.

Desor hat niemals Strobila-Formen angetroffen, bei welchen am freien Ende gleichsam das Kopfstück des Stammthieres mit den Armen sich befunden hätte. Die in Medusen sich unmittelbar verwandelnden Larven sassen vielmehr auf dem Kopfstücke unmittelbar auf, und unter der zuletzt sich ausbildenden Scheibe waren die Arme des Stammthieres sichtbar. Jene aus der Darmhöhle ausstrahlenden vier Längskanäle des Stammthieres verlängerten sich in die centrale Darmhöhle der unmittelbar darauf liegenden Scheiben-Larve hinein; von dieser gingen gleiche Ausstrahlungen zur Darmhöhle der nächstfolgenden Scheibe, und so fort. Alle Scheiben und das Stammthier werden daher anfangs durch die vier Seitenkanäle der centralen Darmhöhle untereinander in Verbindung gehalten. *Desor* ist der Ansicht, dass die Knospen für die Scheiben nach und nach rund um die Mundöffnung des Stammthiers hervorsprossen und giebt an, dass eine solche Entstehung von seinem Freunde *Cabot* auch beobachtet sei. Der Verfasser vergleicht dann die Bildung dieser Medusen-Larven mit der Entstehung der geschlechtsreifen Individuen-Stöcke bei den Kampanularien und findet den Unterschied nur darin, dass, während

bei den letzteren die Knospen der Reihe nach zur Seite der Axe hervortreten, bei den ersteren dieses in der Kontinuität der Längsaxe geschehe.

Es ist nach meinem Dafürhalten schwer zu entscheiden, auf welcher Seite die richtige Beobachtung liege. Es würde diese Entscheidung davon abhängen, ob das Kopfstück des Stammthieres wirklich zu keiner Zeit an dem freien Ende der Strobila vorzufinden sei. Die Annahme, dass *Sars* die eingeschnittenen, lappenartigen Verlängerungen der obersten Scheibenlarve für Arme des Stammthieres gehalten habe, ist bei der Genauigkeit des Beobachters kaum zu statuiren. Dagegen wäre es wohl möglich, dass man Strobila-Formen erhielte, deren ursprüngliche Kopfstücke schon abgefallen und an deren unteren Enden (die hinteren Stücke der Stammthiere) neue Kopfstücke mit Armen sich gebildet hätten. *Desor* könnte leicht nur solche, mehr ausgebildete und in der Auflösung begriffene Strobila-Formen untersucht haben. Wie dem auch sei, die Hauptsache bleibt die, dass die Stamm-Larve in beiden Fällen durch Knospenbildung in der Kontinuität der Längsaxe eine Anzahl von Medusen-Larven produzirt, die später frei werden und zu erwachsenen Medusen sich verwandeln. Der genaue Vorgang dieser Knospenbildung ist von beiden Forschern noch nicht verfolgt; man hat es überall schon mit den späteren Folgen zu thun. Allein es lassen sich für beide Normen unter den Würmern Analogien nachweisen.

Um eine vollkommnere Uebersicht über die Weise, wie die Medusa aurita als Art-Individualität ihre Lebensgeschichte durchführt, zu gewinnen, wird es auch hier nothwendig, ihre Lebensgeschichte mit Rücksicht auf die Frage nach dem einfachen Individuum zu analysiren. Wir haben bereits mehrere Beispiele kennen gelernt, aus welchen hervorging, dass das einfache Individuum wenigstens sicher in einem grössern Lebenscyclus der Art-Individualität nicht unmittelbar, sondern mittelbar in Form von Haupt- und untergeordneten Individuen-Stöcken an der Durchführung der Lebensgeschichte sich betheiligte; wie steht es also in dieser Beziehung mit der Medusa aurita? Nach dem Furchungsprocess tritt die Art-Individualität sogleich in der Form eines infusorienartigen Embryo's auf. Die Frage, ob dieser Embryo ein einfaches Individuum oder schon einen Individuen-Stock darstelle, kann, wie bei den Kampanularien, nicht mit Bestimmtheit beantwortet werden. Doch möchte der weitere Fortgang noch mehr, als bei den Kampanularien, für seine Natur als Individuen-Stock sprechen. Wir sehen nämlich den Embryo unmittelbar in die vier bis achtarmige, polypenförmige Larve sich so verwandeln, dass sein Körper zum Darm des Polypen wird, und Stiel und Arme knospenartig hervorsprossen. Die Beschaffenheit dieses polypenförmigen Thieres stimmt nun anfangs nach *v. Siebold* vollkommen mit der Hydra überein. Es ist daher wahrlich auch bei aller Vorsicht in den Schlussfolgerungen kaum etwas Erhebliches dagegen einzuwen-

den, die bei der Hydra gewonnenen Resultate auf dieses Thier zu übertragen. Dann muss also obige Larve als ein, sogar zusammengesetzter Individuen-Stock angesehen werden, dessen Leib, Arme und Stiel als untergeordnete Individuen-Stöcke fungiren. Nachdem dieser Polyp, wie die Hydra, junge Polypen erzeugt, bildet er sich zu einem medusenähnlichen Thiere aus. Diese Medusen stimmen, ihrer körperlichen Beschaffenheit nach, wesentlich mit den medusenähnlichen Thieren der Kampanularien und namentlich der Coryne überein. Sie müssen daher als zusammengesetzte Individuen-Stöcke betrachtet werden, in welchen um den centralen Darmtheil oder Magen strahlenförmig die glockenförmige Scheibe mit den Ramifikationen des Darmes und die Arme oder Tentakel als untergeordnete Individuen-Stöcke gruppirt sind. Weiter beobachten wir, dass der im strahligen Typus angeordnete Individuen-Stock, durch Knospenbildungen in der Richtung seiner centralen Axe, zur Form der Strobila sich verwandelt. Es musste unentschieden bleiben, ob die Knospen sich als Glieder einer Kette an die Mundöffnung des Stammthieres allmälig ansetzen, oder ob der sich verlängernde Leib des letzteren durch Segmentirung in die Strobila-Form nach und nach übergehe. Die einzelnen Knospen oder Segmente bilden sich zu den eigentlich sogenannten Medusen-Larven aus, an welchen anfangs dieselben Theile, wie an dem Stammthiere vorgefunden werden; es fehlen jedoch die Arme, und an dem Rande der regenschirmartig geformten Scheibe treten eingeschnittene Anhänge mit Augenpunkten hervor. Wir haben demnach in der Strobila einen im Längen-Typus angeordneten Haupt-Stock, dessen untergeordnete Individuen-Stöcke ebenso, wie das zeugende Stammthier, im strahligen Typus aufgebaut sind. Während das Stammthier, wie es scheint, untergeht, verwandeln sich die frei gewordenen Jungen zur erwachsenen Medusa aurita. Die Verzweigungen des Darmes werden zahlreicher; an dem Rande der Scheibe sprossen die, den Armen des Stammthieres vergleichbaren Randfäden zahlreich hervor; es bilden sich in der Nähe der Mundöffnung die vier grossen Fangarme, endlich die vier Geschlechtsorgane. Nach Allem, was bereits früher erörtert worden, und was sich aus dem bisherigen Verlauf der Lebensgeschichte der Medusa aurita ergeben, ist es nicht mehr möglich, hier still zu stehen und sich vor einem Ausspruche zu fürchten, der unseren gewöhnlichen Vorstellungen über die Beschaffenheit dieses Thieres vollends entgegentritt. Die erwachsene Medusa aurita kann kein einfaches Individuum sein; sie verhält sich vielmehr zu ihrem Larvenzustande, wie der junge Baum zu dem alten, Blüthe tragenden Stamm. Die Medusa aurita ist ein zusammengesetzter und komplizirter Individuen-Stock, dessen einzelne Theile strahlenförmig, zum Theil in parenchymatischer Verbindung in der Scheibe, zum Theil frei hervorragend am Rande derselben, zum Theil exradial (in Bezug auf die Scheibe) an ihrer unteren Fläche (Fangarme etc.), um die centrale Darmhöhle gruppirt sind. Was man daher als Organe der Medusa aurita

betrachtet, sind nicht Organe eines einfachen Individuums; es sind vielmehr Organe eines Haupt-Individuen-Stockes, die selbst wieder Individuen-Stöcke darstellen und sich sogar in Haupt- und untergeordnete Theile würden eintheilen lassen. Wir sind schliesslich auch bei der Medusa aurita vorläufig nicht einmal im Stande, das wirklich einfache Individuum abzugrenzen.

Als Endresultat dieser Betrachtungen ergiebt sich, dass auch die Lebensgeschichte der Medusa aurita als Art-Individualität, wie bei den Pflanzen und Kampanularien, hauptsächlich durch Vermittelung von Individuen-Stöcken ausgeführt wird. Der Process, durch welchen die Verwirklichung einer solchen Lebensgeschichte der Art-Individualität ermöglicht wird, ist die ungeschlechtliche Fortpflanzung mittelst Knospenbildung, die in komplizirter Weise von den einfachen Individuen selbst ausgeht. Desgleichen zeigt sich auch hier in der Lebensgeschichte der Art-Individualität eine Entwickelungsreihe; sie spricht sich aus sowohl in der bestimmten Aufeinanderfolge der einzelnen Zustände, als auch in der Ausbildung des letzten Individuen-Stockes, der sein Ziel mit dem Auftreten der Geschlechtsorgane erreicht. Durch die excentrische Knospenbildung der polypenförmigen Larve ist zugleich für eine längere Dauer der Lebensgeschichte der Art-Individualität gesorgt; und aus einem einzigen befruchteten Eie sehen wir eine unbestimmte Zahl geschlechtlich differenzirter Individuen-Stöcke hervorgehen.

Das letzte Beispiel ungeschlechtlicher Fortpflanzung mittelst Knospenbildung wähle ich aus der Klasse der Würmer. Es liegt nahe, hier besonders die Bandwürmer zu berücksichtigen, deren Lebensgeschichte durch die Beobachtungen *Van Beneden's* und *v. Siebold's* uns schon hinlänglich genau bekannt geworden ist. Inzwischen zeigt der Bandwurm, wie in den bisherigen Beispielen, noch wenig innere Differenzirung seiner Körpersubstanz, und es ist grade von Interesse, die Ausprägung der Knospenbildung bei schon weiter vorgeschrittener, innerer Gliederung des thierischen Körpers kennen gelernt zu haben. Aus diesem Grunde, so wie in Berücksichtigung noch anderer, bekannter Lebenserscheinungen habe ich der *Nais proboscidea* den Vorzug gegeben. Leider besitzen wir noch keine Beobachtungen über die ersten Stadien aus der Lebensgeschichte dieser Art-Individualität. Herr *E. Grube* hat jedoch vor einigen Jahren die Bildungsgeschichte von Saenuris und Lumbriculus untersucht und sich hierbei überzeugt, dass dieselbe in allen Stücken mit der von ihm bereits geschilderten Entwickelung der Clepsine (Untersuchungen über die Entwickelung der Clepsinen. Königsberg. 1844) wesentlich übereinstimmt. Es scheint mir daher in keiner Weise gewagt, wenn ich die Lebensgeschichte der *Nais proboscidea* aus den, von dem Verfasser mir freundlichst mitgetheilten Materialien aus der Bildungsgeschichte genannter Thiere ergänze.

Auch von der Nais proboscidea ist demgemäss vorauszusetzen, dass die Lebens-

geschichte der Art-Individualität in dem befruchteten Eie durch den Furchungsprocess eingeleitet werde. Aus den daraus hervorgehenden Formelementen bildet sich zuerst an der einen Seite des Eies das sogenannte Embryonalfeld. Dasselbe weicht bald in zwei Hälften auseinander, die etwas später sich verschmälern, verdicken und die Bauchwülste darstellen. In ihnen markirt sich (mit der Bauchseite) die Anlage desjenigen primitiven Organes dieses Thieres, das die Leibeswand konstituirt, und zu den äusseren Bedeckungen, Muskulatur für die Locomotion etc., Nerven, selbst schlauchartigen Drüsen u. s. w. sich entwickelt. Die beiden Bauchwülste überziehen die Dotterkugel anfangs wie Halbkreise eines Meridians. An dem einen Pole, künftigem Schwanzende des Thieres, erscheinen die Bauchwülste etwas weniger dick und gehen unmerklich ineinander und in den mehr ruhenden Theil des Dotters über; an dem Kopfende treten sie freier hervor, sind fast keulenförmig angeschwollen und berühren sich. Von den Bauchwülsten gehen, wenigstens ganz deutlich später, häutige Dependenzen zur Umschliessung der Rückenseite der Dotterkugel und des künftigen Thieres aus. Im weiteren Verlaufe der Bildung sehen wir die Bauchwülste von vorn nach hinten allmälig sich nähern, so dass sie zu einer gewissen Zeit nahezu, wie die Rückenplatten des Frosches; eine Bisquitform umgrenzen, deren eine schmälere und weniger abgerundete Hälfte die schon nahe aneinander getretenen vorderen Theile umfasst. Nun beginnt auch die bisherige Kugelform des Embryo bei fortschreitender Entwickelung sich umzuändern. Man beobachtet, dass unter Verlängerung und Annäherung der Bauchwülste und bei gleichzeitiger Abnahme des Dotter-Materials die Kugelform zuerst in die Nieren-, dann in die Zylinder-Form sich verwandelt. Es liegt jetzt der zylindrisch geformte Embryo etwa C förmig gekrümmt in der Dotterhaut, und an seiner konvexen Seite ziehen sich die Bauchwülste hin. Was schon früher bemerkbar war, dass nämlich das Kopfende in der Bildung voranschreitet, und die daranstossenden Theile nachfolgen, das wird auch bei den zuletzt besprochenen Veränderungen und den weiteren Differenzirungen der Anlagen wahrgenommen. Es werden die ersten Spuren der Gliederung an den Bauchwülsten und der Anlage der Leibeswand sichtbar; und diese zeigen sich zuerst am Kopfende und erhalten neue Glieder durch Zuschuss am Schwanzende. Man unterscheidet bald deutlich innerhalb des Rohres der Leibeswand das Darmrohr; und auch dieses ist nur der vordere Theil des Darms der späteren Naide. Zwischen ihm und der Leibeswand ziehen sich, den Segmenten entsprechend, Scheidewände (Dissepimenta). Auch sie sind die am Kopfende gelegenen; und sie werden allmälig vermehrt durch Zusatz von Segmenten des Körpers am hinteren Ende. Die Differenzirung endlich der Anlagen in Muskulatur u. s. w. markirt sich zuerst am Kopfende; dieses bewegt sich schon, wenn das hintere Ende noch ganz ruhig sich verhält. Auf diese Weise geht die Art-Individualität allmälig in einen Zustand über, den

wir schon lange in der geschlechtslosen Nais proboscidea kennen. Das Thier besteht aus einer Kette von Segmenten oder Gliedern, die durch ihre Bestandtheile nach Umständen als Continua oder Contigua mit einander im organisirten Verbande stehen, und in welchen, mit geringen Abweichungen am Kopf- und Schwanzende, auch dieselben Theile sich wiederholen. Man kann darin an der Leibeswand Muskeln, Nerven, Borstenbündel, schlauchförmige Drüsenkanälchen etc. unterscheiden. Zu jedem Gliede gehört ein Stück des muskelhaltigen, durch alle Glieder kontinuirlich fortziehenden Darmrohrs, das durch ein entsprechendes Dissepiment an die Leibeswand befestigt ist. Gefässstämme ziehen durch alle Glieder hindurch, u. s. w.

Wir haben über den weiteren Fortgang der Lebensgeschichte dieser Art-Individualität die ersten so vortrefflichen Untersuchungen durch ***O. F. Müller*** erhalten. (Von den Würmern des süssen und salzigen Wassers. Copenhag. 1771. p. 14—74.) Spätere Mittheilungen verdanken wir besonders ***M. S. Schultze*** (Wiegm. Arch. f. Naturg. 1849, p. 292 sqq. und 1852, p. 3. sqq.), desgleichen ***Leuckart*** (ebendaselbst, Jahrg. 1851, p. 134 sqq.).

O. F. Müller beobachtete (a. a. O. p. 34), dass das letzte oder Afterglied einer einzelnen Naide allmälig an Grösse zunahm, dass in dem hinteren Theile desselben von vorn nach hinten Ringelung und Borsten sichtbar wurden, dass endlich an dem vordersten, am meisten ausgebildeten Ringe, Rüssel und Augen sich entwickelten, und dass so eine junge Naide, im Zusammenhange mit dem Stammthiere sich gemeinschaftlich ernährend, fortlebte. Noch bevor dieses junge Thier sich gänzlich ausgebildet hatte, entstand in ähnlicher Weise aus dem vorderen Theile des Aftergliedes noch ein zweites, ja ein drittes und viertes Junge, so zwar, dass das Stammthier noch eine Zeitlang als Individuen-Stock mit seiner gezeugten Brut im Zusammenhange verblieb. Die Ernährung besorgte das Stammthier; die Bewegungen des Individuen-Stockes schienen von einem Willen beherrscht zu sein. Dann löseten sich die Jungen, eines nach dem anderen, wie sie entstanden, von dem Stammthiere ab. Sie glichen dem letzteren in jeder Beziehung und verhielten sich hinsichtlich der Produktion junger Brut auf gleiche Weise. Auch das Stammthier fuhr in der Zeugung fort und benutzte dazu sein verletztes Glied, wenn das Afterglied bereits absorbirt war. ***O. F. Müller*** machte auch die Beobachtung, dass ein Stammthier zuweilen durch Segmentbildungen am Aftergliede sich bis auf 40 und mehr Glieder verlängerte, ohne dass inzwischen neue Brutzeugungen wahrzunehmen waren; dass aber dann etwa in der Mitte des Wurmes ein Glied sich vorzugsweise erweiterte, in seinem Verlaufe darauf der entscheidende Querstrich sich zeigte, an der hinteren Hälfte des Wurmes, Rüssel und Augen sich bildeten, und dass schliesslich die Naide sich fast in der Mitte in zwei Individuen trennte. (a. a. O. p. 39.).

Schultze beschreibt die Entstehung der sich später ablösenden Individuen in der Mitte des Stammthieres in folgender Weise. Es zeigt sich hier in der Gegend des Einschnittes zwischen zwei Ringen zuerst ein lebhafter Zellenbildungsprocess. Das Pigment an dieser Stelle schwindet; die Zellenmasse liegt zwischen Leibeswand und Darmkanal, welcher letztere dabei wegsam bleibt, doch einer bestimmten Wandung zu entbehren scheint. Die neugebildete Masse verwandelt sich dann allmälig von hinten nach vorn zu Segmenten. Es entstehen namentlich vor dem bezeichneten Einschnitte eine grosse Anzahl Körper- und Schwanzglieder, hinter demselben neue Kopfglieder. Diese Glieder gehören zwei verschiedenen Jungen an. Die neuen Kopfglieder ergänzen die dahinter liegenden Körper- und Schwanzglieder zu einer jungen Nais. Für die neu entstandenen Körper- und Schwanzglieder wird die Ergänzung von Kopfgliedern durch eine Neubildung in der Gegend eines davor liegenden Einschnittes zwischen zwei Gliedern des Stammthieres herbeigeschafft; u. s. f. Auf diese Weise wird also bei Bildung junger Naiden ein ganzes Glied des Stammthieres in der Art absorbirt, dass aus dem hinteren Theile desselben zuerst die Körper- und Schwanzglieder, und erst später aus dem vorderen Theile die dazu gehörigen Kopfglieder hervorgehen. — *Leuckart* hat sich von einem unmittelbaren Uebergange eines ausgebildeten Segmentes des Stammthieres in das Junge nicht überzeugen können. Wie bei Syllis prolifera liege hier eine Knospenbildung nach der Längsaxe in der Art vor, dass die neugebildete Masse zu den Gliedern des Stammthieres hinzutrete, ohne dieselben zu verkürzen. Hat die Knospe die Länge eines Segmentes erreicht, so entstehe in der Mitte ein ringförmiger Einschnitt, wodurch dasselbe in zwei Hälften getrennt werde. Das vordere Stück wachse nun schneller; es entstehen Borsten und Segmentirung, die einem vollkommnen Jungen angehören, während die hintere Hälfte in gleicher Weise zu einer jungen Nais auswachse. Demnach gehen nach *Leuckart* aus einer ursprünglichen Knospe zwei junge Naiden hervor. Nach *Schultze* entsteht aus einer Knospe (?) nur der respektive vordere und hintere Theil zweier Naiden; nach *Müller* können mehrere Individuen aus dem Aftergelenk hervorgehen.

In dem weiteren Verlaufe der Lebensgeschichte dieser Naiden zeigen sich, gewöhnlich gegen die Mitte des Sommers hin, Geschlechtsorgane in den vorderen Gliedern, und die Art-Individualität ist auf diese Weise in den geschlechtlich differenzirten Zustand übergegangen. *Schultze* beobachtete, dass auch in diesem Zustande, namentlich bei beginnender Bildung der Geschlechtstheile, und einmal sogar bei vollkommen entwickelten Saamenkörperchen die Produktion junger Naiden stattfand.

Wir haben nunmehr auch hier wiederum die Lebensgeschichte der Nais proboscidea mit Rücksicht auf den ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprocess

mittelst Knospen zu prüfen und die damit enge verbundene Frage nach dem einfachen Individuum und den Individuen-Stöcken zu beantworten. Aus der Entwickelung der Naide im befruchteten Eie ergiebt sich, dass dieses Thier als bilaterales Geschöpf von dem Kopf- nach dem Schwanzende hin durch allmäligen Zuwachs homologer Theile (Segmente) in der Kontinuität der Längsaxe zu der geschlechtlosen Annelide sich herausbilde. Der allgemeine Vorgang dieser Bildung erinnert lebhaft an die Erscheinungen während der Entwickelung des Wirbelsystems und seiner Abtheilungen. Sieht man von der doppelröhrigen Form des Wirbelsystems ab, so zeigt sich dasselbe in der That, wie die Naide, bilateral und in der Kontinuität der Längsaxe gegliedert. Gleichwohl treten bei genauer Untersuchung die Unterschiede sogleich hervor. Wenn sich der Wirbelthier-Embryo entwickelt, so ist es eben nur das Wirbelsystem, d. h. ein Primitiv-Organ unter mehreren anderen des einfachen embryonalen Individuums, welches in den bezeichneten Gang der Bildung eingeht; das Darmsystem, die Wolffschen Körper, die Lungen u. s. w. verfolgen ihre eigene, gesonderte Weise der Fortbildung aus der gegebenen Anlage. Bei der Naide dagegen beobachtet man, dass sowohl das Primitiv-Organ der Leibeswand mit seinen Bestandtheilen als der Darm, d. h. alle wesentlichen Theile des embryonalen Körpers, von vorn nach hinten in Form von Segmenten nach und nach gleichsam heranwachsen. Was zuerst auftritt, ist das Kopfende der späteren Naide, und allmälig treten aus dem ruhenden, indifferenten Bildungsdotter die Körper- und Schwanzglieder mit allen ihnen angehörenden Theilen hinzu. Wenn aber in einem sich entwickelnden Körper aus dem indifferenten Zellenmateriale sich Bestandtheile herausbilden denen homolog, die bereits vorhanden sind, so ist ein Zeugungsakt vorausgegangen (Einl. p. 12.); und wenn sich der neu bildende Theil mit dem zeugenden Stamm in organisirte Verbindung setzt, so liegt eine ungeschlechtliche Zeugung und Fortpflanzung mittelst Knospenbildung vor, die jedes Mal zum Aufbau von Individuen-Stöcken führt; in Voraussetzung, dass dem zeugenden Stamm das Prädikat eines Zustandes der Art-Individualität zukommt. Nun ist einem jeden Entwickelungszustande des befruchteten Eies, also auch dem bezeichneten Kopfstücke, dieses Prädikat nicht abzusprechen (Einl. p. 5 sq.); und so folgt weiter, dass die Nais proboscidea, wie Saenuris, Lumbriculus, Clepsine etc. als Individuen-Stöcke zu betrachten sind. Auch die Ausbildung des Wirbelsystems involvirt Zeugungsakte; sie erfolgt durch eine Art Knospenbildung, und das Produkt ist ein Organ-Stock. Allein ich nenne die Zeugung und Knospenbildung nicht „ungeschlechtlich", weil ich, um Verwechselungen zu verhindern, das bezeichnete Wort bei Fortpflanzungserscheinungen im Bereiche von Zuständen der Art-Individualität, und nicht im Bereiche von Organen eines einfachen Individuums anwenden möchte.

Was die Bildungsgeschichte klar und deutlich herausstellt, das zeigt sich auch bei näherer Betrachtung des Körpers der Naide. Vom Kopf- bis zum Schwanzende wiederholen sich in den Segmenten durchaus homologe Abschnitte des ganzen Thieres, und die etwa vorhandenen Unterschiede lassen sich aus den verschiedenen Leistungen der Glieder in dem gemeinschaftlichen Lebensverbande ohne Schwierigkeit ableiten. Die Natur des Individuen-Stockes in der jungen Naide und die Vertretung der Art-Individualität in den einzelnen Segmenten lässt sich endlich noch durch Experimente beweisen. Schon ***O. F. Müller*** hat dergleichen Versuche angestellt. Meine Versuche beziehen sich sowohl auf Naiden, an welchen noch keine Geschlechtsorgane sichtbar waren, als auf solche, in denen sich vollkommen entwickelte Saamenkörper vorfanden; der Erfolg ist bei beiden derselbe. Es liegt zu Tage, dass man zu solchen Versuchen nicht Naiden nehmen darf, die freiwillig in Ausbildung junger Naiden begriffen waren, oder bei welchen vielleicht der Stamm mit fast fertig gebildeten Naiden-Stöcken versehen ist. Es zeigt sich dann, dass ein abgeschnittenes Kopfstück seine ihm fehlenden Hinterglieder, und ein abgeschnittenes Schwanzstück die Vorderglieder in einigen Tagen ergänzt. Man kann aber auch die Mittelglieder ausschneiden, und es erfolgt dann die Ergänzung des Individuen-Stockes an beiden Enden. Mir ist der Versuch mit Mittelgliedern von geschlechtlichen Naiden geglückt, auch wenn die Zahl der ausgeschnittenen Segmente auf 6 reducirt war. Mehrere Mal versuchte ich es mit Stückchen, die nur drei Segmente enthielten. Die Schnittwunden schlossen sich zwar, auch erhielten sich die Stückchen 3—4 Tage am Leben, allein dann verkümmerten sie, ohne deutliche Spuren von Erzeugung neuer Glieder. Wo die Ergänzung stattfand, erfolgte zuerst eine Wucherung von Zellenmaterial an den Schnitträndern; später zeigten sich an denselben: die Segmentirung, die hervorgetretenen Borsten, der Rüssel u. s. w. Aus diesen Versuchen ergiebt sich zunächst, dass in einer Anzahl von 6 Gliedern der einzelnen ungeschlechtlichen und geschlechtlich differenzirten Naide die unmittelbare Vertretung der Art-Individualität enthalten sei, und dass also solche einzelne Naiden als Individuen-Stöcke angesehen werden müssen. Die Versuche vermögen aber an und für sich niemals zu entscheiden, ob dasjenige kleinste Stück des Körpers, welches selbstständig die Lebensgeschichte der Art-Individualität fortzuführen im Stande war, auch das einfache Individuum im Stocke repräsentire. Unsere Kenntnisse aus der Bildungsgeschichte der Naide und über ihre Organisations-Verhältnisse bringen uns weiter; sie weisen zunächst unzweideutig auf die Zusammensetzung des Stockes aus den einzelnen Segmenten hin; sie lassen ferner bei der Beschaffenheit der Segmente keine andere Wahl übrig, als in ihnen die einfachen Individuen anzuerkennen. Wir haben also in den ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Naiden das erste Beispiel von einfachen Individuen-Stöcken, deren Theile, nach unseren

gegenwärtigen Kenntnissen zu urtheilen, aus einfachen, im Längentypus mit einander verbundenen Individuen bestehen.

Im weiteren Verlaufe der Lebensgeschichte unserer Naide sind zwei Erscheinungen aufzufassen. Die aus dem befruchteten Eie gebildeten Naiden-Larven haben wahrscheinlich, wie die verwandten Thiere, nur eine geringere Anzahl von Gliedern, die später, abgesehen von der eigenen Vergrösserung, allmälig auf 30 bis 40 sich vermehren können. Selbst ältere Thiere unterliegen, wie aus den Beobachtnngen *O. F. Müller's* hervorgeht, einem solchen Wachsthumsprocesse. Diese Vermehrung von Körper-Abschnitten ist eine Vermehrung von einfachen Individuen im ganzen Stocke und setzt einen ungeschlechtlichen Zeugungs- und Fortpflanzungsprocess mittelst Knospenbildung voraus. Man darf voraussetzen, dass diese Knospenbildung am Aftergelenk stattfinde, wenn auch eine genaue Schilderung desselben noch nicht vorliegt. Es müssen daselbst indifferente Zellen in den Zeugungsprocess eingehen, und, nachdem sie gewuchert haben, von vorn nach hinten, wie bei der ersten Bildung des Individuen-Stockes aus dem Bildungsdotter, den Zuwachs von neuen einfachen Individuen allmälig veranlassen. Aus den obigen Mittheilungen geht aber hervor, dass auch in der Mitte des Körpers auf der Grenze zwischen zwei Gliedern Knospenpunkte auftreten. Nach *Schultze* bilden sich daraus Kopfglieder für schon vorhandene und dahinter gelegene Körper- und Schwanzglieder des Stammthieres und ergänzende Körper- und Schwanzglieder für die nach vorn gelegenen Theile des Stammthieres oder eines sich etwa neu bildenden Jungen; u. s. w. Nach *Leuckart* entstehen aus jeder Knospe zwei junge Naiden. Es ist nicht meine Aufgabe, über die Kontroverse zwischen beiden Forschern ein Urtheil zu fällen. Jedenfalls stimmen alle Forscher darin überein, dass durch Vermittelung dieser Knospenbildung mehrere, hintereinander liegende junge Naiden gebildet werden, die anfangs im organisirten Zusammenhange mit dem Stammthiere verbleiben. Auf diese Weise wird also der einfache Individuen-Stock in einen zusammengesetzten mit vorwaltendem Längentypus umgewandelt; wir haben einen Haupt-Stock vor uns, der aus untergeordneten Stöcken (dem Stammthiere und den Jungen) besteht. Später trennen sich die untergeordneten Stöcke von hinten nach vorn nach dem Grade ihrer Ausbildung von einander, um entweder noch als ungeschlechtliche oder geschlechtliche Thiere in der oben angegebenen Weise fortzuleben.

Man hat die Ablösung der einfachen, jungen Individuen-Stöcke von dem Stammthiere mit dem Namen der Fortpflanzung durch Theilung bezeichnet. Es ist aber die Ablösung der durch Knospenbildung entstandenen Individuen oder Individuen-Stöcke von dem zeugenden Stamme eine sehr häufige und alltägliche Erscheinung; sie kann daher an und für sich keinen Zeugungs- und Fortpflanzungsprocess besonderer Art be-

begründen. *Leuckart* hat nun, um obige Ansicht zu unterstützen, ein besonderes Gewicht darauf gelegt, dass bei der Ausbildung junger Naiden ein Leibesring des Stammthieres nach dem anderen aufgehe. Er sagt ausdrücklich (Wiegm. Arch. 1849. p. 299): „Das neue Individuum besteht aus einem Leibesringel, welcher einen integrirenden Theil der (alten) Naide bildete, aus welchem nach einer Seite eine grosse Anzahl Körper- und Schwanzglieder gebildet sind und nach der anderen Seite die neuen Kopfglieder entstehen.“ Die genauen Beobachtungen *Schultze's* enthalten indess nach meiner Ansicht die getreue Schilderung eines ächten Knospenbildungsprocesses. Indifferente Zellen eines Stammthieres beginnen (jedenfalls nach vorausgegangenem Zeugungsakt) zu wuchern und führen zur Ausbildung von Thieren, die dem zeugenden Stammthiere gleichen und mit demselben und untereinander eine organisirte Verbindung unterhalten. Dass hierbei Theile des Stammthieres in Anspruch genommen werden, das geschieht eben wegen der organisirten Verbindung der alten und jungen Thiere untereinander, das ist eine unumgängliche Forderung bei jeder Knospenbildung, bei jedem Aufbau eines Individuen-Stockes nach Maassgabe der obwaltenden Verhältnisse. Es kann also nicht der geringste Zweifel darüber sein, dass ein Knospenbildungsprocess vorliege; man hat vielmehr seine Aufmerksamkeit darauf zu richten, wie derselbe ausgeführt werde. In dieser Beziehung ist zunächst hervorzuheben, dass nach der Darstellung von *Schultze* und *Leuckart* die jungen Thiere ursprünglich zwischen die Leibeswand- und Darmröhre des zeugenden Stammes eingeschoben werden. Wir haben also, wie bei den Pflanzen, anfangs eine Knospenbildung durch Intussusceptio. Diese Uebereinstimmung giebt sich auch darin zu erkennen, dass die beiden Organe des Stammthieres, wie die früheren Verdickungsschichten bei der Pflanze, absterben. Wenn aber bei der Pflanze die abgestorbenen Theile zum Schutze und zur Stütze des ganzen vegetirenden Stockes noch längere Zeit verwendet werden, so geschieht dieses hier vorübergehend; nur die Höhle des Darms scheint behufs der gemeinschaftlichen Ernährung des Stockes sich dauernd zu erhalten und zur Ausbildung der Darmhöhle des jungen Thieres benutzt zu werden. Der Knospenbildungsprocess ist ferner komplizirt, wie in allen Fällen, wo der Wachsthum durch Vermittelung von Individuen-Stöcken ausgeführt werden soll. Es liegt eine Art Sprossenbildung vor. Während die ersten Individuen sich noch ausbilden, treten schon neue Zeugungsakte und neue Knospen hervor. In der Folge, wenn an die Stelle des absorbirten Gliedes des zeugenden Stammes die jungen Naiden treten, zeigt sich, dass der ursprüngliche Knospenbildungsprocess zur Aggregation der untergeordneten Stöcke in der Kontinuität der Längsaxe (Längen-Typus) führt. Die bei den Kampanularien excentrisch sich ausbildenden Stöcke, setzen sich nämlich hier, wie bei der Formation der Strobile, an die Glieder des zeugenden Stammes an, oder schieben sich zwischen dieselben hinein.

Wir haben schliesslich gesehen, dass der zusammengesetzte Individuen-Stock sich später in seine nächsten Theile trennt, und die untergeordneten Individuen-Stöcke dann ein freies Leben führen. Diese Erscheinung wiederholt sich bei den medusenähnlichen Thieren der Coryne etc., desgleichen an den Brutknospen; sie wird hier dadurch eingeleitet, dass die zum freien Leben der Naiden-Stöcke nothwendigen Kopfglieder sich ausbilden.

Wenn wir nunmehr nach obigen Erläuterungen die Lebensgeschichte der Naide als Art-Individualität in einfachen Umrissen zeichnen und die wichtigsten Momente daraus hervorheben, so mögen zunächst einige Worte über den, für uns hohen Werth derselben vorausgeschickt werden. Auf Grundlage der in der Einleitung erörterten Prämissen mit möglichster Strenge vorwärtsschreitend, sind wir bei den bisherigen Beispielen genöthigt gewesen, das einfache Individuum, den ursprünglichen Träger der Lebensgeschichte jeder Art-Individualität, vielmehr an den Wirkungen in den Individuen-Stöcken zu studiren und in der Vorstellung darin wirksam zu denken, als dasselbe morphologisch irgendwie deutlich abzugrenzen; wir liessen das einfache Individuum in das Parenchym der Individuen-Stöcke gleichsam aufgehen. Dieser Umstand mag bei vielen Forschern Bedenken erregen. Selbst bei vollkommener Anerkennung der Prämissen und der dargebotenen Thatsachen mag man sich geneigt fühlen, lieber umzukehren, als die Konsequenzen, so weit möglich, zu erschöpfen. Bin ich mir doch selbst bewusst, mit welcher Ueberwindung ich öfters auf die nun einmal unabweislichen Folgerungen einging. Allein für die Fortschritte der Wissenschaft ist es nach meiner Ueberzeugung durchaus erspriesslicher, den dargebotenen Konsequenzen überallhin möglichst Folge zu leisten, als nach Belieben, Geschmack und zeitweiligen Bedürfnissen sich bald hierher, bald dorthin zu wenden, und seine Maximen nach Umständen zurecht zu legen. Der Werth eines solchen Verfahrens stützt sich darauf, dass die Natur selbst überall mit ihrer Konsequenz als Lehrmeisterin uns vorangeht. Grade mit Rücksicht auf dieses Gesetz in der Natur wird die Lebensgeschichte der Naide für unseren Gegenstand von hohem Interesse; sie kann uns die Ueberzeugung gewähren, dass in den früheren Beispielen die richtige Bahn bei Auffassung der Erscheinungen verfolgt wurde.

Bei der Naide befinden wir uns zum ersten Male in der Lage, das einfache Individuum auch morphologisch in den Individuen-Stöcken uns deutlicher veranschaulichen zu können. Ein sogenanntes Segment, das Glied, der Ring repräsentirt dieses einfache Individuum. Zwar findet sich darin noch ein Multiplum von Muskelfasern, von Nerven-Elementen etc.; selbst das dazu gehörige Darmröhren-Stück liesse sich noch abtheilen. Allein, bei Berücksichtigung des jedem Segmente zugehörigen Drüsenschlauches, und abgesehen von dem bilateralen Bau, scheitert jeder Versuch, den in einem Gliede gegebenen Komplex von Bestandtheilen als eine Aggregation homologer Theile, wie in

einem Individuen-Stocke, sich zu denken. Es zeigt sich ferner bei ber Naide, dass in der, von ungeschlechtlichen Knospenbildungen begleiteten Lebensgeschichte der Art-Individualität nicht allein alle hauptsächlichen Erscheinungen der früheren Beispiele wiederkehren, sondern grade wegen der deutlicheren Ausprägung des einfachen Individuums nur um so anschaulicher und klarer uns entgegentreten. Man beobachtet, dass jedenfalls der grösste Abschnitt der Lebensgeschichte durch Vermittelung von Individuen-Stöcken ausgeführt wird, die ihre Entstehung dem ungeschlechtlichen Zeugungs- und Knospenbildungsprocesse verdanken. Vielleicht, dass, bei dem ersten Auftreten des Thieres nach dem Furchungsprocesse, das einfache Individuum in dem zuerst sichtbaren Kopfstücke allein die Art-Individualität vertrete. Jedenfalls ist dieser Zustand nur vorübergehend, da an dasselbe schnell die Körper- und Schwanzglieder zur Bildung des ersten einfachen Individuen-Stockes anschiessen. Die dabei stattfindende Knospenbildung ist markirter und in den einzelnen Akten leichter zu übersehen. Während also in den früheren Beispielen und bei der zunächst zu beachtenden Strobila der Knospenbildungsprocess erst an dem Auftreten von Individuen-Stöcken zu erkennen war, und die Betheiligung des einfachen Individuums daraus abgeleitet werden musste; sehen wir bei den Naiden, sogar während ihrer Bildung im befruchteten Eie, die Zeugung deutlich von dem einfachen Individuum ausgehen. Zugleich ist der Process der Knospenbildung auch hier noch insofern komplizirt, als während der Ausbildung der vorderen Glieder der Naide schnell neue Knospen für die hinteren Glieder hervorschiessen, und so die Knospenreihe des Stockes in den verschiedensten Graden der Entwickelung dargeboten wird. Man darf ferner die Frage aufwerfen, ob auch der bilaterale Bau eines jeden einfachen Individuums auf einem komplizirten Knospenbildungsprocesse beruhe. Die Entscheidung dieser nur obenhin zu berührenden Frage wird davon abhängen, ob auch das Darmrohr seiner Entstehung nach bilateral genannt werden müsse, und ob die zwei Hälften des Thieres als eine Aggregation zweier homologer Einheiten und nicht vielmehr als differenzirte Glieder einer Einheit aufzufassen seien. Ist die junge Naide fertig gebildet, so tritt die Art-Individualität aus dem beschränkteren Eileben in freieren Verkehr mit der Aussenwelt. Dann beobachtet man, dass der junge einfache Naiden-Stock, abgesehen von der Vergrösserung und Vermehrung seiner Glieder am Aftergelenk, in die Bildung eines zusammengesetzten Individuen-Stockes eingeht. Auch dieser Zustand der Art-Individualität wird durch einen ungeschlechtlichen Zeugungs- und Knospenbildungs-Process herbeigeführt. Obgleich nun die junge Naide einen Individuen-Stock darstellt, so zeigt sich dennoch, dass der Zeugungs- und Fortpflanzungs-Akt nicht von ihm als Ganzem, sondern von einem Gliede desselben zunächst ausgeht und durchgeführt wird. Dieser Umstand ist insofern von Wichtigkeit, als er darauf hinweiset, dass wir auch in den früheren

Beispielen den ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprocess unter nächster Betheiligung der dort mehr verborgenen einfachen Individuen uns zu denken haben. Bei den Pflanzen ist dieses auch anerkannt. Eine wichtige grade bei den Naiden wiederum so deutlich hervortretende Erscheinung des Knospenbildungsprocesses ist die, dass derjenige Theil des zeugenden Stammes, in welchem die Knospenbildung Statt hat, wie es scheint behufs der Ausführung der organisirten Verbindung, in dem Process selbst auf- und untergeht.

Nur vorübergehend lebt die Art-Individualität der Naiden in dem Zustande eines zusammengesetzten Individuen-Stockes mit einheitlichem Gepräge. Die untergeordneten Individuen-Stöcke machen sich frei, um noch mehre Male den Zeugungsprocess der ursprünglichen, einfachen Naide zu wiederholen. Schliesslich ist auf diese Weise eine unbestimmte Zahl einfacher Naiden-Stöcke aus einem einzigen befruchteten Eie hervorgegangen, die (ob alle?) in geschlechtlich differenzirte Individuen-Stöcke sich verwandeln, mit welchen die Lebensgeschichte der Art-Individualität beschliesst. Bei dieser Verwandlung beobachtet man, dass nur bestimmte, vordere Glieder bei der Bildung der Geschlechtsorgane sich betheiligen, während die übrigen Individuen ungeschlechtlich verbleiben, mit jenen im gemeinschaftlichen Verbande zum Abschluss der Lebensgeschichte beitragen und mit ihnen untergehen. Nur in seltenen Fällen zeigt sich an den geschlechtlich differenzirten Naiden der Knospenbildungsprocess, und dieser geht dann stets von den ungeschlechtlichen Individuen aus. Wie in früheren Beispielen, so ist auch im Verlauf der Lebensgeschichte vorliegender Art-Individualität, unerachtet mancher Schwankungen, der Fortgang einer Entwickelungsreihe zu einem bestimmten Endziel unverkennbar, wenn sich auch allerdings nicht behaupten lässt, dass mit jeder neuen Knospenbildung zugleich Zustände des Fortschrittes bezeichnet seien. Wahrscheinlich hat die zahlreiche Bildung zusammengesetzter Individuen-Stöcke auch hier nur den Zweck, die Lebensdauer der Art-Individualität für eine längere Dauer zu sichern und eine grössere Zahl von Endgliedern der Entwickelungsreihe herbeizuführen.

Beispiele ungeschlechtlicher Fortpflanzung *mittelst Sporen.*

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung mittelst Sporen oder Keimkörner ist eine sehr häufige Erscheinung bei den Kryptogamen. Leider ist uns die zur Beurtheilung des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprocesses so unerlässliche Reihenfolge der Erscheinungen aus der Lebensgeschichte der Art und Art-Individualität niederer Kryptogamen sehr wenig bekannt; es sind ausserdem hier namentlich, wie in der Einleitung bemerkt wurde, nicht selten sehr verschiedene Dinge mit dem Namen „Spore" belegt. Dagegen sind bei den höheren Kryptogamen in neuerer Zeit Entdeckungen gemacht, die uns einen vollkommenen Ueberblick über die so merkwürdig verlaufende Lebensgeschichte dieser Pflanzen gewähren.

Die ausführlicheren Mittheilungen, auf welche die folgende Beschreibung sich besonders stützt, verdanken wir *Leszczyc-Suminsky* (Entwickelungsgeschichte der Farrnkräuter. 1848.) und *W. Hofmeister* (Untersuchungen der Keimung u. s. w. höherer Kryptogamen. 1851.).

Bei den *Laubmoosen* finden sich an den beblätterten Stengeln Organe vor, die man Antheridien und Archegonien genannt hat. In den Antheridien entwickeln sich Saamenfäden, in den Archegonien sind Zellen enthalten, von denen eine, die Zentralzelle, später besonders von Wichtigkeit wird. Ist der Inhalt der bezeichneten Theile zur Reife gelangt, so öffnet sich das Archegonium; die frei gewordenen Saamenfäden begeben sich in das Innere desselben, und Saamenfäden und Zentralzelle des Archegonium gerathen in Kontakt. Nur wenn dieser Kontakt wirklich vorausgegangen ist, beginnt ein neues Leben in der Zentralzelle, widrigenfalls das Archegonium fehlschlägt. Das neue Leben offenbart sich darin, dass in der Zentralzelle sich junge Zellen bilden, welche nach und nach zu der sogenannten Frucht der Moose, zur Seta mit der Kapsel sich verwandeln. Diese Frucht sitzt mit der ausgehöhlten Basis der Seta auf dem konisch zugespitzten Moosstengel auf; die sich berührenden Theile haben jedoch unter sich keinen organisirten Zusammenhang. Bei dem Auswachsen der Frucht entstehen in der Kapsel die sogenannten Sporen oder Keimkörner. Diese Sporen bestehen meistentheils aus einer einzigen Zelle und sind mit einem sie schützenden Ueberzuge versehen, der oft zierliche Warzen, Vorsprünge, Leisten oder Stacheln gewahren lässt. Sie bilden sich in Mutterzellen des Parenchyms im Sporenträger, und zwar zu je 4 in einer Mutterzelle. Haben die Sporen ihre Reife erlangt, so werden sie aus der durch einen Deckel sich öffnenden Kapsel entleert. Zur Erde nieder gefallen entwickelt sich aus ihnen ein konfervenartig aus Zellen bestehender Faden, der sich mehr und mehr verlängert, verzweigt, und schliesslich an seinem Ende unter Zellenwucherung anschwellend zu dem gewöhnlich, beblätterten Moosstengel mit Wurzel auswächst, an welchen wiederum Archegonien und Antheridien auftreten; die Frucht selbst geht unter.

Bei den *Farrn* zeigen sich die Antheridien und Archegonien an dem sogenannten Prothallium, einem blattartigen mit Wurzeln versehenen Gebilde, welches durch Auswachsen der Sporen sich bildet, und der Entstehung des Farrnwedels vorausgeht. Hinsichtlich ihrer Beschaffenheit und Bedeutung stimmen sie wesentlich mit den gleichbenannten Theilen bei den Laubmoosen überein. Sobald die Antheridien zur Reife gelangt sind, entschlüpfen die Saamenfäden und breiten sich über das ganze Prothallium aus. Um diese Zeit hat sich auch die Spitze des thurmähnlich hervorgewachsenen Archegonium geöffnet, und *v. Merklin* (Prothallium der Farrnkräuter; St. Petersburg. 1850.) beobachtete das Einschlüpfen der Saamenfäden. Darauf bildet sich durch Zellenwucherung in der

Zentralzelle die Anlage des Farrnkrauts. An ihrer einen Seite wächst die Anlage zum ersten Wedel, an der anderen die der Wurzel (Adventivwurzel) hervor; beide durchbrechen das Gewebe des Archegoniums, der Wedel richtet sich aufwärts, die Wurzel dringt in die Erde, und ihnen folgen die übrigen Wedel mit den entsprechenden Wurzeln. Die junge Pflanze bleibt noch eine Zeitlang mit dem Prothallium in Berührung, dann aber wächst sie unter dem Hinwelken des letzteren frei zum vollkommenen Farrnkraut aus, an welchem alsbald die Sporangie mit den in gleicher Weise, wie bei den Laubmoosen, entstandenen Sporen sichtbar werden. Die reifen, einzelligen Sporen werden dann ausgestreut, und, während das Farrnkraut abstirbt, wachsen sie zu Zellenfäden aus, die sich in die Prothallien verwandeln. An diesen treten später zuerst einzelne Antheridien hervor, und, wenn sich deren Zahl vermehrt hat, auch die Archegonien, um den Lebenscyclus der Farrn von neuem herbeizuführen.

Die mitgetheilten Thatsachen aus der Lebensgeschichte der höheren Kryptogamen verrathen ihre Uebereinstimmung mit dem Generationswechsel *Steenstrup's* und denjenigen Erscheinungen, welche in den bisherigen Beispielen erörtert wurden, auffallend genug. Viele Botaniker haben dieses, wenn auch nicht immer unter gleicher Deutungsweise, anerkannt; andere, — und zu ihnen gehört auch der durch seine trefflichen Beobachtungen so ausgezeichnete Forscher *Schacht*, — wollen von solchen Analogien zwischen dem Pflanzen- und Thierreich überhaupt Nichts wissen. Obige Thatsachen sprechen aber zu klar, als dass dem Physiologen und vergleichenden Naturforscher, der es mit Aufsuchung der unter den verschiedensten Verhältnissen sich dennoch gleichbleibenden Naturgesetzen zu thun hat, auch nur der mindeste Zweifel darüber entstehen könnte. Die Lebensgeschichte der Art offenbart sich auch bei den höheren Kryptogamen, wie bei den phanerogamischen Pflanzen und Thieren, in zwei Formen: in der Form des Keimzustandes, und in derjenigen, in welcher sie im regeren Verkehr mit der Aussenwelt sich explicirt. (Einleit. p. 7.). Die Saamenfäden der Antheridien und die Zentralzelle der Archegonien entsprechen offenbar den Saamenkörperchen und dem Eie der Thiere; sie stellen die geschlechtlich differenzirte Keimform der Art dar. Von ihrer gemeinschaftlichen Betheiligung hängt die geschlechtliche Fortpflanzung ab. Ob man ihren Berührungs-Akt mit dem Namen „Befruchtung“ bezeichne, ist gleichgültig; sicher ist dagegen, dass die Zentralzelle nach der Berührung mit den Saamenfäden zum Träger der Lebensgeschichte des zweiten Zustandes der Art, der Art-Individualität geworden ist, die bei den Moosen durch die sogenannte Frucht und den beblätterten Moosstengel, bei den Farrn durch den Wedel und das Prothallium in regen Verkehr mit der Aussenwelt tritt. Wir können hier über die Frage kurz hinweggehen, ob die genannten Theile der Art-Individualität einfache Individuen oder Individuen-Stöcke repräsentiren. Bei der Knospenbildung

war die Erörterung dieser Frage nothwendig; bei der Sporenbildung ist sie von untergeordnetem Interesse für unsere Analyse. Im Hinblick auf die Auseinandersetzungen bei den phaneroganischen Pflanzen darf ich wohl meine Ansicht dahin aussprechen, dass in den bezeichneten Pflanzen, den Moosen und Farrn, sogar komplizirte Individuen-Stöcke vorliegen, und dass selbst die Archegonien und Antheridien schon als Individuen-Stöcke aufzufassen seien, die am passendsten mit den, die geschlechtlich differenzirten Keime zeugenden Staubfäden und mit dem Fruchtknoten verglichen werden können.

Wichtiger ist für uns, diejenigen Erscheinungen hervorzuheben, welche die Sporenbildung als ungeschlechtlicher Fortpflanzungsprozess zum Unterschiede von der ungeschlechtlichen Knospenbildung darbietet. Die mit den Saamenfäden in Kontakt gesetzte Zentralzelle des Archegonium wächst durch Zellen- und Knospenbildung bei dem Moose zur Frucht, bei dem Farrn zum Wedel mit der Wurzel aus. In diesem Zustande sehen wir die Art-Individualität indifferente, parenchymatische Zellen aus den übrigen Bestandtheilen absondern, in welchen die einzelligen Sporen sich bilden. Diese Sporen sind ungeschlechtliche Keime der Art-Individualität; denn sie führen die Lebensgeschichte derselben ohne weitere Berührung mit einem anderen Keime weiter fort. Sie thun dieses zum Unterschiede von den Knospen-Keimen, ohne zu irgend einer Zeit mit einem zeugenden Stamme eine organisirte Verbindung einzugehen. Zur Erde niedergefallen gehen sie allmälig in den zweiten Zustand der Art-Individualität (Moosstengel, Prothallium) über, an welchen die geschlechtlich differenzirten Endglieder der Art-Individualität, die Archegonien und Antheridien auftreten. Die Aufeinanderfolge der bezeichneten Zustände in der Lebensgeschichte der Art-Individualität ist konstant, und zugleich zeigen sich darin die hauptsächlichsten Erscheinungen, die bei einer jeden Lebensgeschichte auch mit alleiniger Begleitung von Knospenbildungen offenbar werden. Die Entwickelungsreihe ist nicht zu verkennen; auf die ungeschlechtlichen Zustände folgen die geschlechtlich differenzirten, in welchen die Grundlagen zu einem neuen Cyclus der Lebensgeschichte der Art-Individualität gelegt werden. Die Sporenbildung ist beschränkt auf jene Zustände oder Theile der Individuen-Stöcke, denen das Prädikat „ungeschlechtlich" gegeben werden muss. Denkt man sich die Zustände der Lebensgeschichte der höheren Kryptogamen von ihrem Beginn in der befruchteten Zentralzelle bis zu den geschlechtlich differenzirten Endgliedern (Anth. u. Archeg.), ohne Rücksicht auf ihre Vervielfältigung durch die ungeschlechtliche Zeugung, in Form einer einfachen Linie ausgedrückt, so zeigt sich folgender Unterschied bei den Laubmoosen und Farrn. Bei beiden Art-Individualitäten wird diese Linie durch die Sporenbildung unterbrochen; sie zerfällt in zwei getrennte und isolirt vegetirende Abschnitte; der Faden der Lebensgeschichte wird gleichsam an zwei Pflanzen oder, wie man nicht ganz passend zu sagen pflegt, an zwei Generationen (Frucht

und Moosstengel; Prothallium und Wedel) abgesponnen. Bei den Farrn ist diese Trennung ganz auffallend. Bei den Moosen ist sie versteckter; die Frucht bleibt noch im Kontakt mit dem Moosstengel und namentlich mit den Theilen des Archegonium behufs der Ernährung; es ist ein Verhältniss, ähnlich demjenigen in der Frucht bei den Phanerogamen, bei welchen der Embryo gleichfalls im Kontakt mit den Stammtheilen sich anfangs entwickelt. Ausserdem aber bemerkt man, dass die bezeichnete Linie bei beiden Art-Individualitäten in ungleiche Abschnitte getrennt wird. Bei den Moosen tritt die Sporenbildung früher auf; der kleinere Abschnitt fällt in die erste Zeit der Lebensgeschichte, und die Vegetation in der sogenannten Frucht ist, wie ***Hofmeister*** sagt, unbedeutend. Die luxuriöse Vegetation explicirt sich in dem zweiten, längeren Abschnitte (Moosstengel), in welchem zugleich die geschlechtlich differenzirten Endzustände gegeben sind. Bei den Farrn fällt die Sporenbildung gegen das Ende der Lebensgeschichte. Der längere Abschnitt der Linie geht in dem sporenzeugenden Wedel voran; die Vegetation ist hier stärker. In dem darauf folgenden, kurzen Abschnitte (Prothallium), der gleichwohl zum Träger der Antheridien und Archegonien wird, ist die Lebensgeschichte der Art-Individualität von kurzer Dauer und weniger durch Vegetation ausgezeichnet. Es scheint mir nicht unpassend, das Prothallium mit einem durch Sporenbildung abgelöseten Blüthenspross der Phanerogamen zu vergleichen, in welchem die Vegetation gleichfalls zurücksteht. Von den übrigen Erscheinungen bei der Sporenbildung mag hier noch erwähnt werden, dass die eigentlich zeugenden Theile des Individuen-Stockes, ja selbst die ganzen Stöcke (Moose), nachdem die Sporen reif geworden, verkümmern, und dass ferner, wie bei der Knospenbildung, eine Vervielfältigung solcher Zustände der Art-Individualität herbeigeführt wird, welche die aus einem einzigen befruchteten Eie hervorgehende Lebensgeschichte zum Endziele bringen.

Aus dem Thierreich wähle ich als Beispiel der Sporenbildung die Lebensgeschichte der ***Trematoden***.

Von den einzelnen Individuen aus der Lebensgeschichte der Trematoden sind wir durch ***Bojanus***, ***v. Baer***, ***Nordmann***, ***Carus***, ***v. Siebold***, ***Creplin***, ***Dujardin*** u. A. schon längere Zeit genau unterrichtet gewesen; der Nachweis dagegen von der genetischen Beziehung derselben zur ausgebildeten Trematode wurde von ***Steenstrup*** geliefert. Nachfolgende Mittheilungen stützen sich besonders auf die Beobachtungen von ***v. Siebold*** (in Burdach's Physiologie, Bd. 2, p. 187 sqq.; Wiegmann's Archiv. 1835, p. 75. Tab. I.), ***Steenstrup*** (a. a. O. p. 50 sqq.) und von ***V. Carus*** (a. a. O. p. 9 sqq.). Nach vollendetem Zellenbildungsprocess entwickelt sich aus dem befruchteten Ei der ***Trematoden*** zuerst ein infusorienartiger, bald frei umherschwimmender Embryo von ovaler, langgestreckter Form (Mikrostomum mutabile). Er ist an der ganzen Oberfläche mit Flimmerhaaren besetzt und an

seinem vorderen Theil mit einem Saugnapf und zwei schräg gegeneinander gestellten, vierseitigen Flecken versehen. In seinem Inneren bildet sich ein schlauchförmiger Körper, der in seiner Form und, wenn er frei geworden ist, auch in seinen Bewegungen vollkommen einer sogenannten Amme der *Cercaria echinata* gleicht. Nach einiger Zeit zerreisst die infusorienartige Hülle, und der in seinen Bewegungen sehr träge, schlauchförmige Körper wird frei. Man unterscheidet an ihm eine Art Kopfstück, welches durch eine Einschnürung vom Leibe abgesetzt ist und eine Mundöffnung zeigt. Am hinteren Ende des Leibes ragen zwei Seitenfortsätze hervor, worauf der Leib selbst in einen kurzen, ziemlich dicken, Schwanz endet. Man ist bisher nicht so glücklich gewesen, den infusorienartigen Embryo oder das in ihm erzeugte schlauchförmige Thier auf den weiteren Verwandlungen zur geschlechtlichen Trematode irgendwo unmittelbar zu verfolgen. Wir kennen aber den noch fehlenden Abschnitt der Lebensgeschichte unserer Art-Individualität von jüngsten, embryonalen Formen ab, die in ihrem körperlichen Verhalten mit dem erwähnten schlauchförmigen Fötus der infusorienartigen Trematoden-Brut ganz übereinstimmen, und von denen nur bisher die gleiche Genesis noch nicht erwiesen werden konnte. Desgleichen hat uns *Steenstrup* mitgetheilt (a. a. O. p. 98 sqq.), dass jene, schon von ***K. E. v. Baer*** (Nov. Act. Acad. Leop. Car. Nat. Cur. XIII.) beschriebenen paramaecium-artigen Thiere in dem äusseren Schleim unserer gewöhnlichen Süsswassermuscheln, in Zustände übergehen, die wir als Larven-Zustände der Trematoden bereits kennen. Die paramaeciumartigen Thiere sind mit Flimmerhaaren besetzt und verhalten sich ähnlich, wie die infusorienartige Brut der befruchteten Trematoden-Eier. So ergänzt sich die bestehende Lücke, und man darf, ohne grade der Gefahr eines grossen Irrthums ausgesetzt zu sein, die Lebensgeschichte der Trematode in folgenden Umrissen weiter fortführen.

Das aus der infusorienartigen Hülle frei gewordene Thier (die Grossamme der Distomen nach *Steenst.*) lebt als Eingeweidewurm in Süsswasserschnecken und ist hier namentlich in den Wintermonaten von *Steenstrup* aufgefunden. Man konnte an ihm deutlich eine Magenhöhle unterscheiden, die bei den am meisten ausgebildeten Exemplaren bis gegen die Seitenfortsätze des Körpers hinabreichte. In dem übrigen Theile des Leibes und des Schwanzes zeigten sich bei einem jüngeren Thiere eine Anzahl runder Körper, die Sporen oder Keimkörner der nun folgenden Zustände der Art-Individualität. Aus diesen Keimkörnern entwickeln sich Thiere, die dem zeugenden Stammthiere gleichen, doch in dem erwachsenen, mit Zerkarien-Brut angefüllten Zustande nicht eine so ausgedehnte Magenhöhle besitzen. *Steenstrup* nennt sie Ammen. Je mehr sie an Grösse zunehmen, desto mehr erweitert sich der Körper der Grossammen und beherbergt sie wie in einem Schlauche. Man findet die Ammen stets in verschiedenen Entwickelungsstadien in den Grossammen vor, auch vermehrt sich allmälig ihre Zahl;

die Keimkörner daher müssen nach und nach gezeugt und vermehrt werden. Wie die Brut aus dem Stammthiere herauskommt, und was aus dem letzteren wird, ist nicht bekannt. Wahrscheinlich aber geht die Grossamme nach der Entwickelung der Brut zu Grunde; sicher dagegen ist, dass die Ammen später gleichfalls frei in den Süsswasserschnecken schmarotzen und unter dem Namen von „Keimschläuche" oder „Keim-Stöcke" von verschiedenen Forschern beschrieben worden sind. Bei anderen Distomen (*Distomum tardum*) haben die Ammen eine viel einfachere Organisation und sind in noch sehr unentwickelten Zuständen frei anzutreffen. So fand sie *V. Carus* in einer Grösse von 0,0078 P. L. Sie bestanden nur aus einer strukturlosen Hülle, die mit einem ziemlich dünnflüssigen Inhalte angefüllt war, worin Molekularkörperchen und den Nahrungsdotterzellen des Vogeleies ähnliche Körperchen schwammen. Auch nach erfolgter Grössenzunahme war weder eine Magenhöhle, noch deutlich eine Art Saugnapf, noch auch eine Ausführungsöffnung zu unterscheiden. Auch diese Ammen verwandeln sich noch nicht direkt in den geschlechtlich differenzirten Zustand der Trematoden-Artindividualität. Man bemerkt vielmehr, dass aus dem Inhalte ihres Leibes kuglige Massen isolirt werden, die als Keimkörner zu Thierformen sich ausbilden, welche früher unter das Genus Cercaria untergebracht wurden; man könnte sie passend die Trematoden-Larven nennen. An den Keimkörnern hat man bisher noch nicht die Zellennatur nachweisen können. In seltenen Fällen wurde übrigens beobachtet, dass unter der Zerkarien-Brut auch Ammen sich vorfanden, so dass also die Keimkörner, statt in Zerkarien, in Thierformen sich verwandeln können, die dem zeugenden Stamme ganz gleichen. Wir können die einzelnen Akte der Entwickelung dieser Sporen zu den Zerkarien übergehen. Die ausgebildete Zerkarie zeigt bei mehreren Trematoden noch manche Aehnlichkeit mit den vorausgegangenen Zuständen in der Lebensgeschichte der Art-Individualität. Stets besitzen sie einen Leib, der im Wesentlichen wie der eines Distoma gebaut ist, aber hinten in einen langen, quergerunzelten Schwanz ausläuft. Sie sollen nach *Steenstrup* durch eine Ausführungsöffnung nach und nach aus der Amme sich befreien. Nach *V. Carus* bohren sie sich mit Hülfe ihres Stachels am Kopfende ein Loch durch die Haut der Amme und entschlüpfen durch dasselbe, indem sie zugleich Etwas von dem nächstliegenden Inhalte mit sich herausreissen. Sie schwimmen dann zu Tausenden um die Schnecke frei im Wasser umher, um sich bald wieder an die Haut derselben festzusetzen und, nachdem sie unter Abwerfen des Schwanzes sich eingebohrt, darin zu verpuppen. Ihre vollkommene Verwandlung in das geschlechtlich differenzirte Distomum hat *Steenstrup* im Monat Januar des folgenden Jahres an den Schnecken verfolgt. Die Ammen der Zerkarien selbst gehen nach der Geburt ihrer Brut zu Grunde.

Indem wir noch einmal die Lebensgeschichte der Trematoden-Artindividualität

überblicken, wird es auch hier nicht nothwendig, auf die Frage nach dem einfachen Individuum näher einzugehen, zumal deren Beantwortung bei den immerhin noch mangelhaften Unterlagen mit grossen Schwierigkeiten verbunden sein möchte. In den früheren Beispielen sind übrigens manche Anhaltspunkte für die Entscheidung der Frage auch des vorliegenden Falles gegeben. Betrachtet man die Lebensgeschichte mit Rücksicht auf die Erscheinungen der Sporenzeugung, so darf passend zunächst hervorgehoben werden, dass dieselbe in fünf aufeinanderfolgenden Zuständen sich offenbart: als infusorienartiger Embryo, als sogenannte Grossamme (*Bojan's* gelber Wurm), als sogenannte Amme, als Zerkarie, endlich als geschlechtlich differenzirte Trematode. Der infusorienartige Embryo geht unmittelbar aus dem befruchteten Eie hervor, die geschlechtsreifen Thiere durch Metamorphose der Zerkarie, die übrigen Zustände dagegen durch Zeugung mittelst ungeschlechtlicher Sporenbildung aus den jedes Mal vorangehenden Zuständen, da die entwickelungsfähigen Grundlagen für sie weder einer Befruchtung bedürfen, noch in organisirte Verbindung mit dem zeugenden Stamme treten. Ich rechne also dazu auch die Entstehung der Grossamme in dem infusorienartigen Embryo, wenn es auch bisher nicht gelungen ist, die allmälige Entwickelung derselben aus der Spore zu verfolgen. Wir haben hier zugleich ein Beispiel, dass der Stamm nur ein einziges Keimkorn und nur einen einzigen Nachkommen zeugte. Zwei von den angeführten Zuständen (der infusorienartige Embryo und die Zerkarie) leben frei, die übrigen sind Schmarotzer. In der ganzen Lebensgeschichte der Art-Individualität ist der Fortgang der Entwickelungsreihe zu einem bestimmten Endziele, dem geschlechtlich differenzirten Zustande, deutlich zu erkennen, und dabei zeigt sich zugleich, dass die jedes Mal vorausgehenden Zustände, wenn sie durch Sporenzeugung den nächstfolgenden Zustand der Entwickelumgsreihe herbeigeführt haben, untergehen. In seltenen Fällen schreitet die Entwickelungsreihe nicht weiter; in der Amme fanden sich neu erzeugte Ammen vor. Auf diese Weise sehen wir auch bei der Sporenbildung die Dauer der Lebensgeschichte auf eine längere Zeit unterhalten und die schon durch die Sporenbildung allein herbeigeführte Vermehrung von Endgliedern der Entwickelungsreihe aus einem einzigen befruchteten Eie noch erhöht werden. Ueber die Beschaffenheit der Sporen bei dem vorliegenden Beispiele hat sich bisher nichts Sicheres ermitteln lassen. Dagegen besitzen wir eine ausführliche Beschreibung über die, in der Lebensgeschichte der Blattläuse vorkommende Sporenbildung durch *V. Carus* (Zur näheren Kenntniss etc. p. 20 sqq.). Dieselbe geht hier von den sogenannten Weibchen oder richtiger von den ungeschlechtlichen Zuständen der Art-Individualität aus, und führt, nachdem sie sich öfters wiederholt, zu dem Auftreten der geschlechtlich differenzirten Zustände. Die Sporen bilden sich in besonderen

deren Organen, sogenannten Geschlechtsapparaten dieser Thiere, und an ihnen hat sich die Zellennatur nachweisen lassen.

Ableitung der wichtigsten Momente in dem ungeschlechtlichen Zeugungs- und Fortpflanzungsprocesse mittelst Knospen und Sporen.

Die in dem voraufgehenden Abschnitte mitgetheilten Beispiele sollen zur Grundlage dienen, auf welcher die wissenschaftliche Ableitung der charakteristischen Momente des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesses vorschreiten wird. Bei ihrer Auswahl hat mich nur die wissenschaftliche Rücksicht geleitet, Beispiele zum Grunde zu legen, in welchen die auf den Prozess bezüglichen Erscheinungen in möglichst vollständiger Reihenfolge und Klarheit, so wie unter mannichfach wechselnder Ausprägung sich übersehen lassen. Die angeführten Beispiele können zahlreich vermehrt werden; denn im ganzen Pflanzenreich und in der wirbellosen Thier-Abtheilung greift der ungeschlechtliche Zeugungsprocess auf die merkwürdigste und ausgebreiteste Weise in die Lebensgeschichte der Geschöpfe ein. Allein alle diese Beispiele wiederholen entweder im Wesentlichen die besprochenen, oder sie lassen sich trotz vorhandener Unterschiede doch leicht nach diesen letzteren beurtheilen, oder sie sind endlich, weil unvollständig und unklar, nicht entscheidend und für die wissenschaftliche Behandlung unbrauchbar. Wo übrigens die wissenschaftliche Analyse es erfordern sollte, da werden auch noch andere Beispiele zur Bekräftigung der gewonnenen Resultate, oder um scheinbare Widersprüche zu beseitigen, herbeizuziehen sein; denn die charakteristischen Eigenschaften eines Prozesses müssen in jedem Falle sich zu erkennen geben.

Um uns die Bahn zur Lösung unserer Aufgabe zu eröffnen, mögen zuerst die wichtigsten Ansichten über die charakteristischen Erscheinungen in dem ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesse besprochen werden. Wie öfters bei der geschlechtlichen Fortpflanzung, so sagt man auch von der ungeschlechtlichen, dass sie in einer Vermehrung und Vervielfältigung des zeugenden Geschöpfes bestehe; nicht selten wird sogar das Wort „Vermehrung" gleichbedeutend mit „Fortpflanzung" oder „Zeugung" gebraucht. In den meisten Fällen ist nun allerdings die Vermehrung der Individuen durch die ungeschlechtliche Zeugung zu beobachten; sie ist aber dennoch nicht konstant. So sehen wir, dass in dem infusorienartigen Embryo der Trematoden nur ein einziges Geschöpf erzeugt wird, mit dessen Freiwerden zugleich die Lebensdauer des zeugenden Stammes endet

Hier ist ein reiner, durch Zeugung vermittelter Wechsel von Individuen gegeben; an die Stelle des zeugenden Stammes tritt nur ein Junges. Dieser eine Fall ist hinreichend, um die Vermehrung der Individuen bei Bestimmung der wesentlichsten Momente im ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesse auszuschliessen. Es leuchtet auch ein, dass die Erscheinung ganz und gar davon abhängig ist, ob der zeugende Stamm ein oder mehrere Male zeugt, und ob derselbe die Zeugungsprodukte überlebt, oder nicht; das Alles gehört nur zu gewissen, wechselnden Umständen, unter welchen der Fortpflanzungsprozess von Statten geht; darin ist noch kein charakteristischer Unterschied von anderen Zeugungsprozessen gegeben. Man hat ferner nicht selten einen grossen Werth darauf gelegt, dass ungeschlechtliche Zeugungsakte besonders von Organismen ausgehen, in welchen schärfere Differenzen in der Organisation weniger hervortreten. Es ist dieses eine nicht zu bestreitende Thatsache. Wir begegnen der ungeschlechtlichen Zeugung besonders bei den Pflanzen und niederen Thieren, und sie zeigt sich hier offenbar als ein Mittel, durch welches die Natur eine wahre Fülle und Reichhaltigkeit in dieser organischen Formenwelt erzielt. Bei den Wirbelthieren scheint sie nur in den einfacheren Entwickelungszuständen vorzukommen, vielleicht immer normal, wenigstens, wie man glaubt, pathologisch bei Entstehung von Doppel-Missgeburten. Und dennoch darf man bei Lösung unserer zunächst vorliegenden Aufgabe diese Erscheinung nicht berücksichtigen. Die Sporenbildung bei den Blattläusen, die Knospenbildung bei den Anneliden liefern uns die Beweise, dass die ungeschlechtliche Zeugung sehr wohl auch bei schärferer, innerer Gliederung des zeugenden Organismus auftreten könne. Ja, wenn man berücksichtigt, dass bei den höchsten Thieren die Ausbildung ihrer Organismen während des fötalen Lebens fortdauernd von Prozessen begleitet ist, die, wenn auch im Bereiche der Organe, doch immerhin den ungeschlechtlichen Zeugungsprozessen genau an die Seite gestellt werden können; so muss man den Gedanken aufgeben, den ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprocess von dem Grade der Differenzirung in der Organisation abhängig zu machen. So lange ein Organismus sich entwickelt, ebenso lange ist er auch zeugungsfähig, im Ganzen und in seinen Theilen; gleichviel, ob er hoch oder niedrig auf der Skale der inneren Differenzirung und Ausbildung stehe, wenn er nur nicht die Blüthen-Periode in seiner Lebensgeschichte überschritten hat. Dieser Satz hat seine Geltung für die geschlechtliche, wie für die ungeschlechtliche Zeugung, und wir sehen daher beide bei den verschiedensten Graden innerer Ausbildung der Organisation sich offenbaren.

Steenstrup, welcher den ungeschlechtlichen Zeugungsprozess unter seinen Generationswechsel subsumirt, hat den letzteren mit den Worten definirt, dass ein Thier eine Brut gebäre, die nicht dem Mutterthiere ähnlich sei oder werde, sondern, diesem unähnlich, selbst eine Brut hervorbringe, die zur Form und ganzen Bedeutung des Mutterthieres

zurückkehre; so dass also ein Mutterthier nicht in seiner eigenen Brut, sondern erst in den Nachkommen seines Gleichen wiederfinde, die alle gleichsam mit ihrem Leben und durch ihren Körper die geschlechtlichen Individuen ausbrüten (Ueb. d. Generat. p. III., IX. p. 118). In diesen Worten ist, wie man sieht, nicht das Wesen des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesses charakterisirt, sondern eine Umschreibung der ganzen Lebensgeschichte der Art gegeben, in der sowohl die geschlechtlichen als auch die ungeschlechtlichen Zeugungsakte inbegriffen sind. Es wird aber grade unsere Aufgabe sein müssen, den ungeschlechtlichen Zeugungsprocess gegenüber dem geschlechtlichen zu charakterisiren. Es würde mich zu weit führen, auf das Einzelne in der obigen Umschreibung des Generationswechsels einzugehen. Der Standpunkt, auf welchem der Verfasser steht, ist zu verschieden von dem meinigen, wie ich ihn in der Einleitung erläutert habe, und wie ich ihn bei der weiteren Lösung meiner Aufgabe einzuhalten für nothwendig erachte. Was die thatsächlichen Angaben betrifft, so ist von mehreren Seiten gegen den Verfasser hervorgehoben, dass die „Nachkommen" der geschlechtlichen Individuen nicht immer ihren Körper und das Leben nach erfolgter ungeschlechtlicher Zeugung einbüssen. Die polypenförmigen Larven der Medusa aurita, die Hydren, die ungeschlechtliche Nais proboscidea bringen durch ungeschlechtliche Zeugung neue Brut hervor, ohne dabei, wie es in vielen anderen Fällen geschieht, selbst zu Grunde zu gehen. Ebenso verhalten sich, worauf *Leuckart* hinweiset (Vergl. Anatomie u. Physiologie des Thierreichs; p. 684), alle zeugenden Larvenzustände der Chrysaoren unter den Scheibenquallen. Ueberall zeigt sich hier, dass sowohl das ungeschlechtlich zeugende Stammthier als die Brut die Lebensgeschichte der Art-Individualität weiter fortsetzen. Man darf übrigens nicht vergessen, dass in den angeführten Fällen die Vergänglichkeit des Erzeugers nicht an den eigentlich zeugenden einfachen Individuen, sondern an Individuen-Stöcken geltend gemacht worden ist. Das Resultat wird ein anderes, wenn man diesen Unterschied genau festhält, und ich werde später darauf zurückkommen. Jedenfalls ist die Vergänglichkeit des Erzeugers unter der Brutpflege und Erziehung der an seine Stelle tretenden Nachkommen kein, dem ungeschlechtlichen Zeugungsprozess ausschliesslich zukommendes Attribut.

Leuckart stellt auf seinem teleologischen Standpunkte neuerdings das Prinzip der Arbeitstheilung als Regulator der Lebensprocesse auf. In dem Generationswechsel, in dem geschlechtlichen Dualismus, in der Brutpflege u. s. w. giebt sich nach ihm eine mehr oder weniger komplizirte Form einer solchen Arbeitstheilung zu erkennen. Mit diesem Prinzip soll die Verschiedenheit des morphologischen Habitus und der Organisation in den einzelnen Zuständen und Vertretern der Art in nächste und engste Verbindung gebracht werden (Ueber den Polymorphismus etc. Giessen 1851). Der Generationswechsel wird

als ein Polymorphismus betrachtet, der durch Arbeitstheilung auf dem Gebiete des Entwickelungslebens der Individuen (Art-Individuen) bedingt sei. Man muss dem Verfasser auf seinen einzelnen Ausführungen gefolgt sein, um sich zu überzeugen, dass man durch die bezeichnete, teleologische Auffassung eine Summe von Erscheinungen in dem Generationswechsel geistreich, populär und übersichtlich darzustellen vermag. Auch ist nicht zu leugnen, dass die Physiologie auf ihrem gegenwärtigen physikalischen Standpunkte zu teleologischen Betrachtungen ganz besonders geneigt ist, um so die etwa vorhandenen Lücken zu überdecken, die Angelegenheiten zum Abschluss zu bringen und jede weitere Nachfrage zu beseitigen. Allein, so lange uns die Natur die Erkenntniss des einzig wahren Zweckes vorenthält und statt dessen vielmehr bei jeder Erscheinung, bei jedem Prozesse zur beliebigen Auswahl gar mancherlei Zwecke darbietet; ebenso lange wird es nothwendig bleiben, bei wissenschaftlichen Analysen die teleologischen Betrachtungen fern zu halten und sich auf die Feststellung der konstanten und gesetzlichen Verhältnisse zu beschränken, unter welchen eine Erscheinung, ein Prozess zu Stande kommt. Das gilt namentlich von dem Zeugungs- und Fortpflanzungsprozesse. Was nun insbesondere das Prinzip der Arbeitstheilung betrifft, so ist dasselbe unverkennbar in den Erscheinungen des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesses ausgesprochen. Der Begriff der Arbeitstheilung ist jedoch ein so weit umfassender, dass die verschiedensten Dinge darunter vereinigt werden können, und dass sich also dadurch die Erscheinungen des Fortpflanzungsprozesses nicht charakterisiren lassen. Wo nur eine Organisation, eine Einheit von Gliedern im lockeren oder engeren Verbande vorliegt, da wird man auch die Arbeitstheilung demonstriren können.

Ich komme schliesslich auf eine bisher allgemein verbreitete Ansicht von dem ungeschlechtlichen Zeugungs- und Fortpflanzungsprozesse zurück, die bereits in der Einleitung (p. 16) erwähnt wurde. Sie ist, genau genommen, in dem Beiworte „ungeschlechtlich“ enthalten, und sagt uns, dass der gezeugte Keim, zum Unterschiede von den geschlechtlich differenzirten Keimen, ohne weitere Ergänzung und Befruchtung, entwickelungsfähig sei. In allen Beispielen ungeschlechtlicher Fortpflanzung ist dieses eine konstante Erscheinung, und dennoch ist dieselbe nicht ausreichend für die Charakterisirung des Prozesses. In einem jeden Zeugungs- und Fortpflanzungsprozesse nämlich sind sicherlich zwei Hauptglieder thätig: der Erzeuger und der Keim. Von diesen beiden Gliedern war durch das Beiwort „ungeschlechtlich“ nur das letztere charakterisirt; von dem ersteren glaubten wir, dass es sich von dem zeugenden Stamme ungeschlechtlicher Zeugungsprozesse nicht unterscheide. Man ist noch heute der Ansicht, dass es in dem Belieben eines geschlechtlichen Individuums stehe, ein Mal geschlechtlich und ein anderes Mal ungeschlechtlich zu zeugen. Darin ist ein Widerspruch oder wenigstens ein Räthsel verborgen. Es sollen zwei so auffallend verschiedene Natur-Prozesse Statt haben, und

dennoch die dabei thätigen Hauptfaktoren (die Erzeuger) keinen wesentlichen Unterschied darbieten. Dazu kommt die anerkannte Thatsache, dass bei der Zeugung das ganze Wesen des zeugenden Stammes auf den Keim sich vererbt, und dass zu diesem Wesen doch die geschlechtliche Differenz gehört. Wie ist es nun mit dieser Thatsache zu vereinigen, dass ein geschlechtlich differenzirtes Individuum einen ungeschlechtlichen Keim produzire? Oder sollte man es, um aus diesem Dilemma herauszukommen, für möglich halten, dass ein Individuum seine geschlechtlich differenzirte Natur nach Belieben ablegen könne? Als der Generationswechsel durch *Steenstrup* entdeckt wurde, sah man darin eine Verwendung des ungeschlechtlichen Zeugungsprozesses in dem Bereiche des Larvenlebens der Individuen. Man verrieth dadurch, dass bei Auffassung des ungeschlechtlichen Zeugungsprozesses der besondere Nachdruck auf die ungeschlechtliche Natur des Keimes zu legen sei, während der zeugende Hauptfaktor mehr als variable Grösse fungirte. Dieser Unsicherheit und Unbestimmtheit in Bezug auf den zeugenden Hauptfaktor in dem Prozesse ist es, wie mir scheint, besonders zuzuschreiben, dass der Unterschied zwischen dem Zeugungsprozesse im Bereiche von Organen sowie deren Bestandtheilen, wo überall die Keime ohne Ergänzung sich fortentwickeln, und dem eigentlichen ungeschlechtlichen Zeugungsprozesse sich verlor, und dass man so allmälig in die Lehre von dem Verjüngungs- und Mauserungsprozess hineingerieth.

Bei Besprechung der verschiedenen Ansichten über die ungeschlechtliche Fortpflanzung hat sich herausgestellt, dass man bei Lösung der Aufgabe besonders auf Sicherstellung der konstanten und gesetzlichen Verhältnisse, unter welchen der Prozess vorschreitet, zu achten habe, und dass hierbei der bisher vernachlässigte zeugende Faktor vorzüglich zu berücksichtigen sei. Demgemäss ist bei Bestimmung der wichtigsten Momente des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesses zunächst hervorzuheben, dass als zeugender Faktor in diesem Prozesse das Individuum aufzunehmen sei. Durch diesen Charakter habe ich hauptsächlich bemerkbar machen wollen, dass die „organologischen“ Zeugungsprozesse im Bereiche von Organen und deren Bestandtheilen von dem hier in Rede stehenden „ungeschlechtlichen“ Fortpflanzungsprozesse im eigentlichen und engeren Sinne ausgeschlossen werden müssen, und dass, wo immer wir dem letzteren in der Natur begegnen, die unmittelbaren Vertreter der Art-Individualität selbst, die sogenannten Individuen, thätig zu denken sind. Inzwischen durchläuft die Art-Individualität, wie in der Einleitung auseinandergesetzt wurde, während ihrer Lebensdauer eine Entwickelungsreihe von Zuständen (p. 4 sqq.). Sie beginnt während des Furchungsprozesses mit Gliedern, gebildet aus einer oder einer Anzahl noch indifferenter Zellen, welche, sowohl einzeln als in der Gesammtheit, potentiâ die Einheit eines einfachen Individuums enthalten; es folgen dann Zustände von ungeschlechtlichem Charakter, in denen

die Lebensgeschichte der Art-Individualität in Form eines einfachen Individuums für den Verkehr mit der Aussenwelt und für das Fortpflanzungsleben sich explizirt; am Schluss der Entwickelungsreihe endlich erscheinen die geschlechtlich differenzirten Endglieder. Es zeigen sich also drei Kategorien von Zuständen während der Lebensgeschichte der Art-Individualität; die eine ist charakterisirt durch die keimfähige, noch indifferente Form, die beiden anderen hauptsächlich durch die Ab- und Anwesenheit der geschlechtlichen Differenz. Es fragt sich daher, ob der ungeschlechtliche Zeugungsprozess beliebig in allen Perioden des Lebens auftrete, oder ob er an gewisse, und an welche, er gebunden sei.

Während der Furchungsperiode finden Zeugungen statt; es entstehen Brutzellen in Mutterzellen; und es gehen daraus jene mehr indifferenten Zustände hervor, durch welche der Uebergang aus dem einzelligen Organismus in den mehrzelligen mit ausgeprägtem Charakter eines einfachen Individuums vermittelt wird (vergl. p. 14). Der keimfähige Mutterzelleninhalt verwandelt sich dabei in zwei Brut- oder Tochterzellen, ohne dass es nach unseren gegenwärtigen Erfahrungen einer Ergänzung oder Befruchtung bedarf. Gleichwohl rechnet man diesen Prozess nicht zu dem ungeschlechtlichen Zeugungs- und Fortpflanzungsprozess. Der Grund liegt wohl darin, dass wir von dem zeugenden Faktor im ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesse das entschiedene Gepräge eines einfachen Individuums der Art-Individualität verlangen, und von den Vertretern der Art-Individualität während der Furchungsperiode kann dieses nicht ausgesagt werden. Dieser Unterschied ist in der That auch gewichtig genug, um beide Prozesse von einander zu trennen.

Es bleiben daher nur die eigentlich sogenannten ungeschlechtlichen und geschlechtlich differenzirten Individuen übrig. Von den geschlechtlich differenzirten Endgliedern wissen wir, dass sie geschlechtlich differenzirte Keime produziren, durch welche der Gattungsprozess der Art-Individualität für die Spezies vermittelt wird. Auch nach der Entdeckung des Generationswechsels hat man diesen Endgliedern die Fähigkeit zugesprochen, ungeschlechtliche Keime zu produziren. Ueber das Bedenkliche dieser Annahme, von der Theorie aus, habe ich mich bereits ausgesprochen. Sehen wir uns nunmehr nach den Beweisen um. Unter der unendlichen Zahl von Geschöpfen des Thier- und Pflanzenreiches, deren Lebensgeschichte von ungeschlechtlichen Zeugungsakten begleitet ist, haben diejenigen Forscher, welche jener Ansicht huldigen, nur zu sehr wenigen Beispielen ihre Zuflucht nehmen können. *Schultze* (Troschel's Archiv. 1849, p. 304) und *Leuckart* (Zeitsch. für wissensch. Zoologie Bd. III; Heft II. Ueber Metamorphose etc.) machen geltend, dass bei *Clavelina, Microstomum lineare*, bei *Syllis prolifera* und *Nais proboscidea* zur Zeit, wenn schon Geschlechtsorgane in den Thieren vorhanden seien, gleichzeitig auch ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Knospenbildung und Theilung stattfinde. Diese Angaben würden für die angeregte Frage entscheidend sein, und

jede theoretische Deduktion müsste Platz machen, sobald die angeführten Beispiele auch wirklich an sich klar wären und das bewiesen, was sie beweisen sollen. Nun ist aber das gleichzeitige Bestehen von Geschlechtsorganen und ungeschlechtlichen Zeugungen an einem Geschöpfe an und für sich noch kein Beweis, dass geschlechtlich differenzirte Individuen auch ungeschlechtlich zeugen können. Die Pflanzen, die Polypen, die Medusen zeigen es hinlänglich, dass an einem Theile des Körpers geschlechtlich differenzirte Keime delegirt werden, an einem anderen Knospen entstehen, u. s. w. Wir haben es hier überall mit Individuen-Stöcken zu thun, an welchen dergleichen Phänomene keinen Widerspruch gegen die Regel enthalten. Man überzeugt sich, dass die obigen Angaben nur dann entscheidend genannt werden können, wenn zuvor bewiesen worden, dass die bezeichneten Geschöpfe keine Individuen-Stöcke, sondern einfache Individuen repräsentiren. Dieses haben die genannten Forscher wohl vorausgesetzt, aber in keiner Weise bewiesen. Bei näherer Untersuchung stellt sich sogar fast durchweg das Gegentheil heraus. Die *Nais proboscidea* habe ich in dem ersten Abschnitte besprochen (p. 63). Es ging daraus unzweifelhaft hervor, dass das Geschöpf, welches als einfaches Individuum betrachtet wird, nach der Organisation, nach seiner Bildungsgeschichte, nach den Experimenten zu urtheilen, für einen Individuen-Stock gehalten werden müsse, und dass die Knospenbildung stets von ungeschlechtlichen Gliedern, resp. Individuen, ausgehe. Dasselbe gilt von *Syllis prolifera*. Von *Microstomum lineare* sagt *Oscar Schmidt* (die rhabdocoelen Strudelwürmer etc. 1848, p. 57), dass sich an ihrem Körper die Tendenz zur Gliederung ausspreche, indem der Darm an 4—5 Stellen bis an die Haut sich erweitere und befestige. Die Quertheilung trete gleich hinter einer Erweiterung auf und scheint in den einzelnen Vorgängen ganz wie bei den Naiden vorzuschreiten. Das Alles deutet vielmehr auf die Natur eines Individuen-Stockes hin. Was endlich die *Clavelina* betrifft, so wachsen die Knospen aus dem Fusse, mit welchem die Ascidia festsitzt und der auch Stolonen treibt, hervor und verwandeln sich neben schon bestehenden zu solchen Thieren, in denen geschlechtlich differenzirte Keime enthalten sind. Die Knospe scheint anfangs solid zu sein und erst später mit der Darmhöhle des Hauptthieres in Verbindung zu treten (*Todd's* the cyclopaedia of Anatomy etc. Part. XL. p. 1188). Auch bei den Polypen kommen nach *Milne Edward's* (Annal. d. sciens. nat. II. Ser. Tom. IV. p. 339) Fälle vor, dass Knospen anfangs solid auftreten. Diese Beschreibung erinnert an Verhältnisse, die ich früher bei den Kampanularien besprochen habe. Auch die bekannte Bildungsgeschichte der Ascidien lässt auf einen komplizirten Individuen-Stock schliessen. Es ist nach meinem Dafürhalten nicht möglich, ein so verdächtiges Beispiel zum Belege für die Ansicht vorzubringen, dass ausnahmsweise auch wirklich einfache Individuen mit Geschlechtsorganen gleichzeitig Knospen treiben. Erfahrung und Theorie befinden sich also in diesen

Fällen im vollsten Einklange; es liegt in der That kein einiger Maassen gesichertes Beispiel vor, dass geschlechtlich differenzirte Individuen ungeschlechtliche Keime zu produziren vermögen. Alle bekannten Beispiele beweisen vielmehr, dass ungeschlechtliche Keime jedes Mal auch von ungeschlechtlichen Individuen gezeugt werden.

Zur genaueren Bestimmung des, bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung zeugenden Faktors aus der Lebensgeschichte der Art-Individualität möchte die Frage nicht zu umgehen sein, ob der ungeschlechtliche Zeugungsprozess in allen Fällen von einem Zustande mit dem Gharakter des einfachen Individuums ausgehe, oder ob unter Umständen an seine Stelle auch Individuen-Stöcke treten können. Diese Frage wird dadurch motivirt, dass überall, wo die Lebensgeschichte der Art-Individualität in Form selbst einfacher oder mehr zusammengesetzter Individuen-Stöcke sich entfaltet, die einfachen Individuen mehr zurücktreten, und die Hauptbewegungen vielmehr an dem ganzen Haupt-Stock oder auch an untergeordneten Individuen-Stöcken sich offenbaren. So treibt die Pflanze ihren Blüthenspross, die Polypen haben ihre ungeschlechtlichen und geschlechtlich differenzirten Individuen-Stöcke, das sogenannte geschlechtliche Individuum der Nais proscidea ist ein geschlechtlich differenzirter Individuen-Stock, u. s. f. Es ist eine nicht zu verkennende Thatsache, dass einfache Individuen, ja einfache und sogar zusammengesetzte Individuen-Stöcke im gemeinschaftlichen Lebensverbande des Haupt-Stockes wie Organe eines einfachen Individuums sich geriren. Und dennoch müssen in einem Individuen-Stocke die einfachen Individuen als die eigentlichen, aktiven Träger der Lebensgeschichte der Art-Individualität, als die ursprünglich, wenn auch im Hintergrunde, wirksamen Elemente derselben betrachtet werden, die im aktiven Sinne bei der Vereinigung zu Stöcken, wie bei den Lebenserscheinungen in den letzteren thätig sind und in jedem Augenblick das Band wieder lösen können. Jeder Versuch, die Lebenserscheinungen eines Individuen-Stockes von ihm als Ganzem resultiren zu lassen, oder, was dasselbe sagen will, die einfachen Individuen oder die untergeordneten Stöcke in der Eigenschaft wirklicher Organe, also auch wie Generations-Organe thätig zu denken, zerstört den Individuen-Stock als einheitliches Aggregat-System, und setzt an seine Stelle die Natur eines streng einheitlichen Systemes, wie es in den wirklich einfachen Individuen und seinen Organen vorliegt (vergl. Einl. p. 10.). Uebrigens lehrt auch die Beobachtung, dass bei *Nais proboscidea*, deren einfache Individuen in mehr abgegrenzter Form zu Tage treten, die ungeschlechtliche Zeugung in allen Fällen von einem Gliede, d. h. von dem einfachen Individuum ausgehe und durch schnell aufeinanderfolgende Wiederholung die Produktion eines neuen Individuen-Stockes herbeiführe.

Als erstes, charakteristisches Moment der ungeschlechtlichen Fortpflanzung muss demnach festgestellt werden, dass die ungeschlechtliche Zeugung von den unge-

schlechtlichen Zuständen der Art-Individualität mit dem Charakter des einfachen Individuums ausgehe, dass sie also inmitten der Entwickelungsreihe der Art-Individualität zwischen die mehr keimförmigen Anfangs- und die geschlechtlich differenzirten Endglieder falle und im eigentlichen Sinn des Wortes der Lebensgeschichte der Art-Individualität angehöre.

Somit wäre vor Allem das Terrain gesichert, auf welchem der ungeschlechtliche Fortpflanzungsprozess sich befindet. Alle wesentlichen und wechselnden Erscheinungen desselben befinden sich im vollkommensten Einklange mit dem bezeichneten Charakter, wie später gezeigt werden wird. Doch mag ich nicht unterlassen, schon hier auf eine derselben die Aufmerksamkeit hinzulenken. Die geschlechtliche Fortpflanzung erkennt die Art oder Spezies als die Einheit an, auf welche der Prozess selbst bezogen werden muss (Einl. p. 7). In einem endlosen Wechsel bewegt sich in ihm die Spezies durch ihre zwei Hauptzustände hindurch; sie zeigt sich uns ein Mal als Art-Individualität, und dann im keimförmigen Zustande (Saamenkörperchen und Ei, und befruchteten Eizustand) u. s. f. Die geschlechtlich differenzirten Endglieder in der Entwickelungsreihe der Art-Individualität und der befruchtete Eizustand sind die zunächst vermittelnden Träger des Ueberganges der Art von dem einen Zustande derselben in den anderen. *Der ungeschlechtliche Fortpflanzungsprozess dagegen bewegt sich in der Lebensgeschichte der Art-Individualität; für ihn ist letztere die Einheit.* Hiermit in Uebereinstimmung sagt man, dass die geschlechtliche Fortpflanzung ihre Produkte über die Grenzen des Individuums (Art-Individualität) erhebe und in die Spezies übergehe, dass dagegen die ungeschlechtliche Fortpflanzung das Individuum, d. h. die Art-Individualität selbst fortpflanze. Bekannt sind die Erfahrungen, die jeder Gärtner über die Fortpflanzung mittelst Knospen und Saamen gemacht hat, und dass durch die ersteren die Art-Individualität, durch die letzteren die Spezies fortgepflanzt werde.

Ist nun die Art-Individualität mit ihrer Lebensgeschichte die Einheit, innerhalb welcher der Prozess der ungeschlechtlichen Zeugung und Fortpflanzung sich bewegt, so folgt, dass die wissenschaftliche Analyse auf der Bahn zu ihrem Ziele am zweckmässigsten wird weiter vorrücken können, wenn sie die Lebensgeschichte der Art-Individualitäten bei fehlender und vorhandener ungeschlechtlicher Fortpflanzung mit einander vergleicht, und die Unterschiede aufsucht. Bei diesem Vergleich muss man von wechselnden Einzelheiten ganz absehen. Auch sollen nicht charakteristische Momente für die Knospen- und Sporenbildung, sondern für den ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozess überhaupt aufgefunden werden. Es ist endlich selbst überflüssig, auf die Hauptrichtungen der Lebensthätigkeit im Verkehr mit der Aussenwelt und im Fortpflanzungsgeschäft näher einzugehen, da die Hauptzüge, wie im vierten Abschnitt auseinandergesetzt werden wird,

in der Lebensgeschichte einer jeden Art-Individualität wiederkehren und wiederkehren müssen, gleichviel ob ungeschlechtliche Fortpflanzung vorhanden ist, oder nicht. Dahin gehören auch die Aeusserungen der Brutpflege und der Arbeitstheilung, auf die man in letzterer Zeit bei Charakterisirung des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesses einen so grossen Werth gelegt hat. Dagegen ist es unerlässlich, die Aufmerksamkeit besonders auf die mittlere Periode der Lebensgeschichte der Art-Individualitäten zu richten, und die hier sich kundgebenden Erscheinungen mit Rücksicht auf die Ab- und Anwesenheit von ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozessen in Vergleich zu ziehen.

Aus dieser Vergleichung stellt sich dann als stetig und charakteristisch für die Lebensgeschichte der Art-Individualitäten bei vorhandener und fehlender ungeschlechtlicher Zeugung folgendes heraus. Ueberall, wo der Lebenslauf der Art-Individualität von ungeschlechtlichen Zeugungsakten nicht begleitet ist, da verbleibt die entwickelungsfähige Grundlage, das keimfähige Substrat während der ganzen Entwickelungsreihe der Art-Individualität ein und dasselbe. Auf die mehr indifferenten Zustände der Art-Individualität, folgen die ungeschlechtlichen mit dem Charakter des einfachen Individuums; den Schluss bilden die geschlechtlich differenzirten Endglieder. Allein alle diese Zustände der Art-Individualität offenbaren sich in zeitlicher Aufeinanderfolge und in Form einer Entwickelungsreihe an einem und demselben Substrate. Bei jeder Entwickelungsveränderung, mag dieselbe auch wegen veränderter Lebensverhältnisse durch sehr auffallende Metamorphosen ausgezeichnet sein, hier einzelne Theile verschwinden, dort andere neu auftreten, geht der vorausgehende Zustand jedes Mal mit seinen wesentlichen Bestandtheilen in den nächst folgenden nicht unter, sondern auf und ein. Man denke sich ein Stück formbarer Masse in den Händen des Künstlers, lasse dasselbe nach und nach verschiedene Formen annehmen, und man hat eine Vorstellung nicht von der Entwickelung, denn die lässt sich nicht mit künstlichen Machwerken vergleichen, wohl aber von dem Bestehenbleiben des entwickelungsfähigen Substrats während der Lebensgeschichte der Art-Individualität, wenn sie ohne ungeschlechtliche Zeugungsakte verläuft. Nach meinen Erfahrungen möchte ich bezweifeln, ob irgend eine Art-Individualität in solcher Weise ihre Lebensgeschichte durchführe, obgleich es für die höheren Thiere allgemein angenommen wird*). Jedenfalls kommen in dem grössten Abschnitte

*) Ich habe diese Bemerkung nicht unterdrücken mögen, obschon sie in den Resultaten des Vergleiches Nichts ändert. Wie nämlich schon früher, so muss ich auch jetzt ungeachtet der Einsprache *Remak's* darauf hinweisen, dass die von mir sogenannte Umhüllungshaut bei der Entwickelung des Wirbelthieres in keins der Primitiv-Organe des Embryo unmittelbar übergeht. Es folgen also zwei Zustände in der Lebensgeschichte auch dieser Art-Individualitäten aufeinander, von denen der eine nicht direkt in den anderen sich verwandelt. Das ist kein einfacher Entwickelungs- und Differenzirungs-Vorgang; er erinnert vielmehr an die Verhältnisse des infusorienartigen Embryo's und des in ihm nach erfolgtem Zeugungsakt sich entwickelnden gelben Wurms *Bojan's* beim Distoma; nur dass beim Wirbelthiere der Embryo in eine

ihrer Lebensgeschichte ungeschlechtliche Zeugungsakte nicht vor, und ein solcher Abschnitt lieferte den Maassstab zu dem Vergleiche. Wo dagegen ein ungeschlechtlicher Zeugungsakt angetroffen wird, da zeigt sich regelmässig, dass neben einem bestehenden, sich ungeschlechtlich entwickelnden Substrate ein neues, in der Genesis von ihm abhängiges und keimfähiges Substrat in der Lebensgeschichte der Art-Individualität auftritt, und dass also letztere nicht an einem und demselben Substrate, sondern mindestens an zwei oder an mehreren zum Theil neben einander bestehenden zum Theil aufeinander folgenden, Entwickelungs-Substraten verwirklicht und durchgeführt wird. Im Anschluss an den vorher erwähnten bildlichen Vergleich wird der Künstler im vorliegenden Falle von der ihm dargebotenen, schon mit einer Form behafteten Masse sich Stücke absondern und so weiter modellirend an mehreren Substraten seine Ideen verwirklichen. Da das zeugende Substrat, nachdem es ein Mal gezeugt, untergehen kann, so darf man in die allgemeinste Charakteristik des Prozesses nicht das Moment aufnehmen, dass beide oder viele Substrate die Lebensgeschichte der Art-Individualität bis zum Endziele fortführen; aber nothwendig ist, dass die sich entwickelnde Art-Individualität wenigstens an zwei, wenn auch zeitlich aufeinanderfolgenden Entwickelungs-Substraten explizirt werde. Es kann ferner das neu hinzugekommene Substrat entweder isolirt (Spore) oder in Verbindung mit dem zeugenden Stamme sich weiter fortentwickeln; das Auftreten neuer Substrate kann an einem Entwickelungszustande der Art-Individualität ein oder mehrere Mal, selbst, wie es am Kopf des Bandwurms scheint, in unbegrenzter Zahl sich wiederholen; derselbe Prozess kann auch an mehreren und fast allen ungeschlechtlichen Entwickelungszuständen der Art-Individualität zur Erscheinung treten, u. s. f. Das Alles gehört zur Abwechselung des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesses.

Das zweite charakteristische Moment wird daher in der allgemeinsten Fassung und in der nothwendigen Beziehung zur Art-Individualität also lauten: ***Ein jeder ungeschlechtliche Zeugungs- und Fortpflanzungsprozess giebt sich durch das Auftreten eines neuen entwickelungsfähigen, in seiner Genesis von einem bestehenden ungeschlechtlichen Zustande der Art-Individualität abhängigen Substrate zu erkennen, so dass in Folge dessen die Lebensgeschichte der Art-Individualität nicht an einem, sondern an so vielen räumlich nebeneinander gegebenen und zeitlich aufeinander folgenden sich relativ selbstständig entwickelnden Substraten durchgeführt wird, als ungeschlechtliche Zeugungsakte vorausgingen.***

---

innigere Verbindung zu seiner Hülle tritt, gewissermaassen mit ihr gemeinschaftlich und unter ihrem Schutz die Lebensgeschichte der Art-Individualität fortführt. Zugleich kann ich hinzufügen, dass nach meinen Erfahrungen die Doppelmissgeburten beim Hühnchen eine gemeinschaftliche Umhüllungshaut haben und stets zu der Zeit auftreten, wenn der unter der Umhüllungshaut gelagerte Bildungsdotter im normalen Falle sich zu einem einzigen Embryo ausbildet.

In den beiden angeführten, wichtigsten Momenten des ungeschlechtlichen Zeugungs- und Fortpflanzungsprozesses ist nach meinem Ermessen Alles enthalten, was zur Charakterisirung der konstanten, empirisch wahrnehmbaren Verhältnisse, unter welchen der Prozess vorschreitet, gehört. In dem ersten Momente wurde der Erzeuger als das einfache, ungeschlechtliche Individuum irgend einer Art-Individualität, in dem zweiten der von ihm in der Genesis abhängige, gezeugte Keim als ein neu hinzutretendes, entwickelungsfähiges Substrat charakterisirt, und in beiden Momenten die unveräusserliche Beziehung des ganzen Prozesses und der dabei thätigen Faktoren zur Lebens- und Entwickelungsgeschichte der Art-Individualität, als der nächsten Einheit, hervorgehoben. Durch diese Einheit ist zugleich der Unterschied des ungeschlechtlichen Zeugungsprozesses von dem geschlechtlichen und organologischen markirt. Der geschlechtliche Zeugungs- und Fortpflanzungsprozess bewegt sich in der Art als seiner Einheit, und die Art-Individualität ist ein agirender Faktor darin; der organologische Zeugungsprozess hat seine einheitlichen Grenzen im Bereiche des einfachen Individuums, und die Organe, so wie deren Bestandtheile stellen die zeugenden Faktoren dar; der ungeschlechtliche Zeugungsprozess hat seine Wirksamkeit im Bereiche der Art-Individualität, und die ungeschlechtlichen Individuen sind die zeugenden Faktoren. Der ungeschlechtliche Zeugungsprozess steht demnach in der Mitte jener, für uns mehr sichtbaren Zeugungsprozesse, durch welche das Leben der Art in Bewegung gesetzt wird. Er ist dem geschlechtlichen Gattungsprozesse nothwendig untergeordnet, und es werden sich natürlich Erscheinungen in ihm offenbaren müssen, die auf diese Relation Bezug haben; es mag genügen, daran zu erinnern, dass durch ihn sehr häufig die Zahl der geschlechtlich differenzirten Endglieder vermehrt wird (Brutpflege). Auf der anderen Seite ist er dem organologischen Zeugungsprozesse übergeordnet; die Organe sind Bestandtheile, Glieder des zeugenden ungeschlechtlichen Individuums. Diese Beziehung ist in der auffallendsten Weise beim Knospenbildungsprozesse ausgesprochen, in welchem auf so wunderbare Weise die Organe des zeugenden Stammes und des neuen Individuums in organisirte Verbindung treten. Auf diese Weise ist in den obigen Momenten der wesentlichste Charakter des ungeschlechtlichen Zeugungs- und Fortpflanzungsprozesses ausgedrückt. Man durchmustere alle besprochenen und nicht besprochenen Beispiele ungeschlechtlicher Fortpflanzung, und man wird sich überzeugen, dass in denselben, sofern sie die zur wissenschaftlichen Analyse nothwendige Reihenfolge der Erscheinungen darbieten, die bezeichneten Verhältnisse als die einzig konstanten und gesetzlichen wiederkehren. Alle sonstigen Erscheinungen, auf die allerdings, als die oft mehr auffälligeren, der Blick der Naturforscher sich zu wenden pflegt, sind entweder nicht konstant, oder gehörten zu den Unterschieden zwischen der Knospen- und Sporenbildung, oder

fallen in den Bereich einer jeden Lebensgeschichte der Art-Individualität, wenn sie auch modifizirt werden durch den Prozess selbst, oder beziehen sich endlich auf Umstände, die im Wesentlichen auch bei anderen Zeugungsprozessen bemerkbar werden. Von den meisten dieser Erscheinungen wird in den folgenden Abschnitten die Rede sein. Nur einige Verhältnisse oder Erscheinungen des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesses mögen als Ergänzung zu dem Vorhergehenden im vorliegenden Abschnitte schliesslich besprochen werden.

Als durch die Entdeckung des Generationswechsels der ungeschlechtliche Fortpflanzungsprozess seiner wesentlichen Natur nach sich uns aufschloss, da wären es besonders zwei Erscheinungen, auf welche die Aufmerksamkeit hingelenkt wurde. *Steenstrup* selbst hob, abgesehen von den Brutpflege-Aeusserungen (Aufammung), den Wechsel der im Fortpflanzungsprozesse begriffenen Zustände hervor; er sagte, der zeugende Stamm besiegele gewissermaassen mit dem eigenen Untergange das Auftreten der jungen Brut. Im Hinblick auf diesen Wechsel der im Fortpflanzungsprozesse begriffenen Zustände ist offenbar der Name „Generationswechsel" gewählt. Ich habe bereits Gelegenheit gehabt, die Erscheinung selbst und ihre etwa konstante Beziehung zum Prozesse zu berühren (p. 80); später (im 4ten Absch.) werde ich noch einmal darauf zurückkommen. Dagegen glaube ich nunmehr darüber mich rechtfertigen zu können, dass ich, wie schon in der Einleitung bemerkt, den Namen „Generationswechsel" für „ungeschlechtliche Fortpflanzung" nicht eingetauscht habe. Wir haben den Ausdruck „Generation" stets für die, in dem Gattungsprozess der Art aufeinander folgenden Art-Individualitäten, oder, wenn man will, für die geschlechtlich differenzirten Endglieder derselben gebraucht; der im ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozess ausgesprochene Wechsel dagegen bezieht sich in allen Fällen auf die ungeschlechtlichen Individuen oder Individuen-Stöcke inmitten der Entwickelungsreihe der Art-Individualität, und ist an die Lebensgeschichte der letzteren, also einer grade im Leben begriffenen Generation, nach der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes, gefesselt. Dazu kommt, dass der Generationswechsel, wie aus obiger Analyse sich ergiebt, nicht einen neuen Prozess uns kennen lehrte, sondern nur zur richtigen Würdigung des schon bekannten ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesses verholfen hat. Zugleich kann ich nicht unterlassen, auf das Unpassende des sehr beliebten Vergleiches der Individuen-Stöcke mit den sogenannten „Stammbäumen" hinzuweisen, da in letzteren gleichfalls eine Verzeichnung wirklicher Generationen aus der Lebensgeschichte einer Art enthalten ist. Auf die zweite Erscheinung haben besonders *V. Carus* und ich (Einl. p. 18 u. 19) aufmerksam gemacht. Wir sagten, dass durch den ungeschlechtlichen Zeugungsprozess (Generationswechsel) in die Haupt-Entwickelungsreihe der Art-Individualität untergeordnete Entwickelungsreihen eingeschoben und einge-

schaltet würden, so dass an Stelle einfacher Entwickelungszustände der Hauptreihe ganze Entwickelungsreihen gegeben seien. Diese Angabe ist nicht allein vollkommen richtig, sie involvirt auch den wesentlichen Charakter des ungeschlechtlichen Zeugungsprozesses. Gleichwohl habe ich sie in die Charakteristik des Prozesses nicht aufnehmen wollen, weil sie als nothwendige Konsequenz aus den obigen, beiden Momenten hervorgeht. Zu einer solchen Konsequenz gehört auch, dass die ungeschlechtliche Zeugung jedes Mal vor der geschlechtlich differenzirten auftrete.

Der ungeschlechtliche Zeugungs- und Fortpflanzungsprozess wurde ferner dadurch charakterisirt, dass in Abhängigkeit von bestehenden, ungeschlechtlichen Entwickelungszuständen der Art-Individualität neue Entwickelungssubstrate auftreten und mit ihnen und nach ihnen die Lebensgeschichte der Art-Individualität weiter fortführen. In diesen Worten ist zugleich der Akt ausgedrückt, der dem ganzen Prozesse den Namen gegeben hat, — der Zeugungsakt. Aus einem Bestandtheile des ungeschlechtlichen Entwickelungszustandes der Art-Individualität, — so lehren alle Beispiele ungeschlechtlicher Fortpflanzung, — entwickelt sich ein neuer Entwickelungszustand, wie es die Entwickelungsreihe in der Lebensgeschichte der Art-Individualität mit sich bringt. Wenn aber aus einem Theile ein Ganzes, oder, wenn sich aus einem Organismus keimfähige Bestandtheile absondern, die zu homologen Organismen, wie der zeugende Stamm, sich entwickeln, so liegen die Grundphänomene der Zeugung vor. Die delegirten keimfähigen Bestandtheile sind ungeschlechtlich, nicht, weil es in dem Belieben des zeugenden Stammes gestanden hätte, ungeschlechtlich zu zeugen, sondern weil der ungeschlechtliche Organismus nichts Anderes als einen ungeschlechtlichen Keim produziren konnte. Die ungeschlechtliche Natur des Keimes im ungeschlechtlichen Zeugungsprozesse ist demnach Folge des noch ungeschlechtlichen Charakters der zeugenden Entwickelungszustände; der Keim bedarf zur relativ selbstständigen Fortentwickelung keiner Ergänzung durch einen anderen, geschlechtlich differenzirten Keim, widrigenfalls das Entwickelungsprodukt aus der Art-Individualität, in deren Bereich es sich bewegt, in die Art überschlagen würde. Dadurch, dass das zeugende Individuum, wie bei jeder Zeugung, sein ganzes Wesen und seine Eigenthümlichkeit auf das gezeugte Substrat überträgt, und beide nunmehr an der Verwirklichung der Lebensgeschichte der Art-Individualität sich betheiligen, offenbart sich in dem Prozess: die Fortpflanzung, die ungeschlechtliche.

Ueber die Beschaffenheit der ungeschlechtlich delegirten Keime sind unsere Kenntnisse, namentlich bei den Thieren, noch äusserst mangelhaft. Von den Sporen der verschiedenen Entwickelungs-Individuen des Distoma ist es noch ungewiss, ob sie die Natur einer elementaren Zelle besitzen. Die wirklichen Sporen der Laub- und Lebermoose, der Farrnkräuter, Equisetaceen und Lycopodiaceen bestehen aus einer Zelle, nur

Pellia hat nach *Schacht* (a. a. O. p. 118) eine mehrzellige Spore. Bei den Knospenbildungen ist die Bestimmung noch schwieriger, da wir es hier gewöhnlich mit einem weiteren Entwickelungsstadium des Keimes, in welchem derselbe in organisirter Verbindung mit dem zeugenden Stamm als Knospe sich darstellt, zu thun haben. Bei den Pflanzen jedoch gilt die Ansicht, dass die Knospen ursprünglich aus einer Zelle hervorgehen. In dem Thierreich ist die Knospenbildung noch am genauesten bei Nais proboscidea von *Schultze* verfolgt. Derselbe sah Zellenwucherung, doch bleibt es unbestimmt, ob sie von einer einzigen Zelle, oder von mehreren zugleich ausgeht. Die Sicherstellung der Thatsache, dass der ungeschlechtliche Keim auch mehrzellig sein könne, wäre von dem grössten Interesse. Die meisten Thatsachen sprechen jedoch dafür, dass man den ungeschlechtlichen Keim, wie den geschlechtlich differenzirten, ursprünglich in Form einer einfachen elementaren Zelle sich zu denken habe, und dass, wo mehrzellige Keime vorkommen, diese als Produkte der Zellenbildung in der ursprünglichen Zelle anzusehen seien.

Das Zustandekommen des Zeugungsaktes ist ebenso räthselhaft bei der Fortpflanzung auf ungeschlechtlichem Wege, wie auf dem geschlechtlich differenzirten und organologischen. *J. Müller* stellt in seinem Buche über die Zeugung die ungeschlechtliche Fortpflanzung als eine durch Wachsthum hervorgegangene Multiplikation organischer Wesen dar. Bei den höheren Thieren werden die ursprünglich den Embryo konstituirenden Bestandtheile „abc" durch Wachsthum in der Weise vermehrt, dass der ausgebildete Organismus durch aaa, bbb, ccc oder durch a^n b^n c^n ausgedrückt werden kann, worin a^n das Multiplum der Leberzellen, b^n das Multiplum der Nervenzellen u. s. w. repräsentiren mag. Bei denjenigen Organismen dagegen, die im ausgebildeten Zustande (nach der Knospenbildung) der Theilung fähig sind, wachsen die ursprünglichen Bestandtheile des Embryo so, dass Summen gleichartiger Bestandtheile nebeneinander liegen, und der erwachsene Zustand demnach durch abc + abc + abc u. s. w. ausgedrückt werden müsste (a. a. O. p. 597). Durch dieses Schema werden sehr treffend die Organisationsverhältnisse der Individuen-Stöcke und die des einfachen Individuums mit Organ-Stöcken bezeichnet. Allein in diesen Organisations-Verhältnissen erkennen wir vielmehr die verschiedenen Wirkungen der vorausgegangenen ungeschlechtlichen und organologischen Zeugungsakte, als dass es möglich wäre, eine Aufklärung über das Zustandekommen des Zeugungsaktes sich zu verschaffen. Jedes Wachsthum setzt einen Zeugungsakt voraus. Wenn ein einfaches Individuum wächst, so liegen die Zeugungsakte im Bereich seiner Organe und deren Bestandtheile; wenn dagegen ein ungeschlechtlicher Zeugungsakt von einem einfachen Individuum ausgeht, so entstehen Individuen-Stöcke, und es findet eigentlich ein Wachsthum im Bereich der Art-Individualität Statt; das Wachsthum endlich

in der Art giebt sich durch Vermehrung der Art-Individualitäten selbst zu erkennen. Das Wachsthum geht daher überall von einem untergeordneten Theile der eigentlich wachsenden Einheit aus. Wenn man vom Wachsthume der Pflanzen spricht, so umfasst dies sowohl die Erscheinungen der Zeugungs- als der Entwickelungsprozesse. Die Gründe, die mich bewogen, die Vermehrung und Multiplikation nicht als charakteristisches Moment in den ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozess aufzunehmen, habe ich früher angeführt (p. 78).

So weit ich die Erscheinungen in der Natur zu übersehen vermag, so zeigt sich mir die *Zeugung in steter Begleitung der in Entwickelung begriffenen Organismen.* Was sich entwickelt, nur das zeugt auch; und, was gezeugt ist, das vermag sich wiederum zu entwickeln. Wie jedoch die Schwere eine inhärente Eigenschaft der Materie ist, so erscheinen: die Entwickelung und mit ihr die Zeugung als immanente, nicht weiter zu demonstrirende Eigenschaften der Organismen, sowohl in ihrem geistigen als in ihrem leiblichen Wesen. Die Aufgabe des Naturforschers erfüllt sich also, wie mir scheint, in der Ableitung der charakteristischen Momente und Verhältnisse, unter welchen die Zeugung und Entwickelung als Eigenschaften ihre Wirkung äussern. Demgemäss glaube ich den vorliegenden Abschnitt am zweckmässigsten auf die Weise zu beschliessen, dass ich die Lebensgeschichte einer schon mehr differenzirten Art-Individualität mit besonderer Berücksichtigung der darin vorkommenden Zeugungs- und Entwickelungsphänomene kurz wiederhole:

Die Lebensgeschichte beginnt mit einer Zeugung von Zellen im befruchteten Eie oder in einem homologen Gebilde (Furchungsprozess). Bei dieser Zeugung, mit der zugleich die Entwickelung der Zellen selbst zusammenfällt, werden die Behaftungen des befruchteten Eies einer Summe von Zellen in der Weise übertragen, dass sowohl jede einzelne Zelle für sich, als auch alle oder ein Theil derselben in Gemeinschaft und in Form eines streng einheitlichen Systems die Lebensgeschichte der Art-Individualität fortzuführen befähigt sind. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Unregelmässigkeiten und Abweichungen, die bei Pflanzen und Thieren, desgleichen unter den letzteren während dieser Zellenzeugung beobachtet worden sind, in nothwendiger Beziehung zu der Art und Weise stehen, wie die Lebensgeschichte weiter fortgesetzt wird; desgleichen, ob überhaupt und wie etwa ungeschlechtliche Zeugungsakte später auftreten. Gleichwohl lassen sich gegenwärtig noch keine bestimmte Gesetzlichkeiten hervorheben. Sodann folgt ein neuer Abschnitt in der Lebensgeschichte der Art-Individualität. Ein grösserer oder kleinerer Theil der Zellen giebt seine Befähigung auf, selbstständig die Lebensgeschichte fortzuführen, und geht durch organologische Differenzirung und Entwickelung in die ungeschlechtlichen Zustände der Art-Individualität mit dem Charakter des einfachen Indi-

viduums über. Der übrige Theil der Zellen nimmt daran keinen Antheil; er bewahrt, obschon im innigen Anschluss an den ersten, seine Befähigung als zeugungsfähiges Material der Art-Individualität. Dadurch also, dass die Zellen in den Entwickelungsprozess eines einfachen, ungeschlechtlichen Individuums eingehen, wird zugleich ihre Befähigung zur selbstständigen Repräsentation der Art-Individualität vernichtet. War in den bisherigen Zuständen der Art-Individualität Entwickelung und Zeugung nicht von einander zu trennen, so tritt nunmehr diese Trennung entschieden auf; beide haben ihre besonderen Träger; und die Zeugung stellt sich in Abhängigkeit von dem in der Entwickelung begriffenen Individuum. Während dieser Entwickelung, die zugleich von Zeugungsakten im Bereiche der Organe und deren Bestandtheile begleitet ist oder sein kann, werden, wenn in der Lebensgeschichte ungeschlechtliche Fortpflanzung vorkommt, aus dem ursprünglichen Zeugungsmateriale Keime delegirt, die entweder ganz frei oder in Verbindung mit dem zeugenden Stamme selbstständig die Lebensgeschichte der Art-Individualität fortführen. Auch sie leiten ihre Lebensgeschichte mit einer Zellenzeugung ein und scheinen in ihrem Verhalten nur dadurch von dem Stamm-Individuum verschieden zu sein, dass sie in Abhängigkeit von diesem und im innigen Anschluss an dasselbe die Lebensgeschichte der Art-Individualität fortführen. Dieser Prozess kann sich ein Mal, er kann sich mehrere Male wiederholen und unter den verschiedensten Abwechselungen erfolgen; immer aber erreicht er sein Ende dadurch, dass die aus einfacher Entwickelung oder durch Vermittelung ungeschlechtlicher Zeugungsakte hervorgegangenen Entwickelungszustände der Art-Individualität auf einer gewissen Höhe der Ausbildung sich geschlechtlich differenziren, und aus dem zeugungsfähigen Zellenmaterial geschlechtlich differenzirte Keime delegirt werden. So tritt die Art-Individualität in den letzten Abschnitt ihrer Lebensgeschichte ein; die Differenzirung ihrer Vertreter erlangt den höchsten Grad; und in Abhängigkeit von ihnen zeigt sich der geschlechtlich differenzirte Zeugungsprozess, durch welchen im Gattungsprozess der Art die Grundlagen für die Lebensgeschichte einer neuen Art-Individualität gelegt werden.

Allgemeiner Charakter der beiden ungeschlechtlichen Fortpflanzungsformen mittelst Sporen und Knospen. Bildung der Individuen-Stöcke.

Der wesentliche Charakter einer jeden ungeschlechtlichen Fortpflanzung mittelst Sporen oder Keimkörner besteht darin, *dass der durch Zeugung delegirte Keim, ohne in irgend eine organisirte Verbindung mit dem zeugenden Stamm*

zu treten, frei und selbstständig sich entwickelt. Diese freie Entwickelung kann unter der Brutpflege des zeugenden Stammes innerhalb des Körpers desselben (Zerkarien-Ammen etc.), sogar in eigenen Organen (Blattläusen) Statt haben, und das Junge erst später durch die Geburt in vollständig freien Verkehr mit der Aussenwelt gesetzt werden. Die ungeschlechtlich zeugenden und sich fortpflanzenden Individuen oder Individuen-Stöcke sind dann lebendig gebärend. In anderen Fällen werden die Keimkörner frühzeitig ausgestreut (Farrnkräuter etc.), und die Entwickelung geht sogleich unter freiem Verkehr mit der Aussenwelt vor sich; man könnte hier von sporenlegenden Individuen sprechen. In allen diesen Erscheinungen findet sich eine vollkommene Uebereinstimmung mit dem befruchteten Eie. Darum ist die ungeschlechtliche Fortpflanzung mittelst Keimkörner auch weit länger bekannt und anerkannt als die mittelst Knospenbildung, und es lag zugleich die Verwechselung der Sporen mit den Eiern sehr nahe. Noch bis in die neueste Zeit hinein spricht man von Weibchen, die Eier gelegt hätten, welche ohne vorausgegangene Befruchtung entwickelungsfähig gewesen seien *). *J. Müller* hat mit vollem Recht schon lange auf den darin enthaltenen Widerspruch hingewiesen. Das Ei ist ein geschlechtlich differenzirter Keim, der zur Fort-Entwickelung des Kontakts mit den Saamenkörperchen bedarf. Ein ohne Befruchtung sich frei entwickelnder Keim ist eine Spore oder Keimkorn. Die Erzeuger von Sporen sind, so lange nicht bewiesen ist, dass sie gleichzeitig auch Eier zeugen, keine Weibchen, sondern ungeschlechtliche Individuen; das weibliche Individuum dagegen wird ausschliesslich durch Zeugung wirklicher Eier charakterisirt. Die Sporenzeugenden Blattläuse gleichen den wirklichen Weibchen ausserordentlich und unterscheiden sich hauptsächlich durch die Abwesenheit des Receptaculum seminis und der Kittdrüsen. Sie sind gleichwohl ungeschlechtliche Individuen, auch wenn der Fall einträte, dass sie nach der Zeugung von Sporen und nach der Geburt der Jungen nicht untergingen, sondern unmittelbar in den geschlechtlich differenzirten Zustand, in wirkliche Weibchen sich verwandelten. Die Sporenzeugung tritt in der Lebensgeschichte der Art-Individualität bald frühzeitiger (Moose), bald später (Farrnkräuter) auf; desgleichen kann sie mehrere Male auf den verschiedensten Stufen der Entwickelungsreihe sich wie-

---

*) Bekannt sind auch die zahlreichen Angaben ohne Befruchtung sich fortpflanzender Schmetterlingsweibchen. Unterwirft man jedoch, sagt *v. Siebold* (Ueber die Fortpflanzung von Psyche; Zeitsch. f. wiss. Zoolog. Bd. I, pag. 97) alle angeführten Fälle einer genaueren Prüfung, so wird man sich eines Zweifels über die Richtigkeit der aufgestellten Behauptung durchaus nicht erwehren können. Eine besondere Beachtung verdienten jedoch die flügellosen, weiblichen Individuen von Psyche, indem hier eine wirkliche ungeschlechtliche Fortpflanzung, wie bei den Blattläusen, vermuthet werden durfte. Nach den Untersuchungen *v. Siebold's* ist dieses jedoch nicht der Fall. Psyche graminella und nitidella (Talaeporia nitidella *Zeller*) sind mit ganz deutlich ausgeprägten Geschlechtsorganen eines weiblichen Schmetterlings ausgestattet. *v. Siebold* hat jedoch so merkwürdige Erscheinungen bei der geschlechtlichen Fortpflanzung der Psychen beobachtet, dass er auch hier die spontane Entwickelung der unbefruchteten Eier in Zweifel zieht (a. a. O. p. 99).

derholen (Trematoden). So weit jedoch die Erfahrungen reichen, bewegt sie sich nur in den Grenzen der ungeschlechtlichen Zustände einer Art-Individualität; es ist mir kein Fall bekannt, dass geschlechtlich differenzirte einfache Individuen zugleich auch Sporen gezeugt hätten. Die Sporenzeugung schliesst die gleichzeitig stattfindende, ungeschlechtliche Fortpflanzung mittelst Knospen in der Lebensgeschichte der Art-Individualität nicht aus, wie dieses hinlänglich die Kryptogamen beweisen.

Die nothwendige Folge einer jeden Sporenzeugung ist das ***Zerfallen der Lebensgeschichte der Art-Individualität in so viele gesonderte Abschnitte, und das Auftreten so vieler vollkommen freier Individuen in der Entwickelungsreihe derselben, als Zeugungen durch Sporen Statt gefunden haben.*** Man werfe einen Blick auf die Lebensgeschichte des Distoma, der Blattläuse, der höheren Kryptogamen, und man wird sich überzeugen, dass der wesentliche Charakter der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, — die Verwirklichung der Lebensgeschichte an mehreren, genetisch von einander abhängigen Substraten, — grade bei der Sporenbildung sehr auffallend uns entgegentritt. Statt des einen geschlechtlich differenzirten Individuums mit seiner Entwickelungsgeschichte, — um in der gebräuchlichen Anschauungsweise zu reden, — sind zwei oder eine Summe von frei lebenden, anfangs ungeschlechtlichen, später geschlechtlich differenzirten Individuen, gewissermaassen eine Summe von Thieren oder Pflanzen mit selbstständiger Entwickelung gegeben, die gleichwohl sämmtlich aus einem einzigen befruchteten Eie hervorgegangen sind und der Lebensgeschichte einer einzigen Art-Individualität angehören. Auf diese Weise giebt uns die Natur so recht nachdrücklich zu erkennen, was in der Einleitung (p. 5 sq.) auseinandergesetzt wurde, dass jeder Entwickelungszustand einer Art-Individualität, auch wenn die Entwickelung an einem und demselben Substrate zur Ausführung gebracht wird, seine unveräusserlichen Rechte der unmittelbaren und selbstständigen Vertretung der Art-Individualität besitze und ebenso wie die geschlechtlich differenzirten Endglieder als Individuen angesehen werden müsse. Mit dem vollkommen freien Auftreten einzelner Entwickelungsglieder der Art-Individualität (mittelst Sporenbildung) ist für dieselben zugleich eine grössere Möglichkeit gewährt, sich freier im Verkehr mit der Aussenwelt zu bewegen und dem entsprechend in ihren äusseren Formen untereinander mannigfach zu wechseln. Man begreift, wie leicht man, bei dem Mangel an Uebersicht über die zusammengehörigen Erscheinungen in der Lebensgeschichte einer Art-Individualität, der grossen Gefahr ausgesetzt ist und gewesen ist, die zu einer Art-Individualität gehörigen Individuen als selbstständige Art-Individualitäten zu betrachten. Bei den Trematoden sehen wir einzelne Individuen frei, andere als Schmarotzer leben, und hiermit im Einklange befindet sich die Ausbildung und der Wechsel ihrer Formen. Allein die verschiedenen Lebensweisen bedingen nicht das Auftreten und den Wechsel

der verschiedenen Formen, wie es die Lehre von dem Prinzip der Arbeitstheilung und von dem Polymorphismus ansieht; sondern jede Art-Individualität hat einen bestimmten Wirkungskreis gegenüber der Aussenwelt, in den sie während der Ausführung ihrer Lebensgeschichte von den einfachsten Zuständen an bis zu ihrem Endziele allmälig eintritt, und den sie so nach und nach absolvirt. Der Wechsel ferner in den Formen einer Art-Individualität steht auch bei vorhandener Sporenbildung in nächster Beziehung zur Entwickelungsreihe, durch welche die Lebensgeschichte einer jeden Art-Individualität sich bewegt. Unerachtet der freien Stellung, welche die durch Sporenzeugung hervorgegangenen Individuen erlangt haben, zieht der rothe Faden dieser Entwickelungsreihe durch alle, räumlich von einander getrennten Glieder der einen Art-Individualität hindurch zu dem unabweislich festgesetzten Endziele. Trotz mancher Schwankungen erkennen wir, auch bei vorhandener Sporenbildung, die Bewegung der Lebensgeschichte der Art-Individualität: von Entwickelungszuständen mit mehr indifferentem Charakter durch ungeschlechtliche Glieder mit dem Charakter des einfachen Individuums, in mehr oder weniger zahlreichen Stufengängen, zu den geschlechtlich differenzirten Endgliedern hin.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung mittelst Knospenbildung tritt ihrer Natur nach viel versteckter und verborgener auf, als die Fortpflanzung mittelst Sporen. Es hat überhaupt lange gewährt, bis man in ihr den Zeugungsprozess anerkannte; in speziellen Fällen bestehen noch heute Kontroversen und werden voraussichtlich noch lange bestehen. Bei exquisiten Beispielen, wie z. B. bei den Polypen, möchte wenigstens für die sogenannten Polypen-Individuen die ungeschlechtliche Knospenzeugung von keiner Seite in Abrede gestellt werden. Verschiedene Ansichten, die bereits besprochen worden, machen sich selbst bei den Pflanzen geltend. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Nais proboscidea hält *Schultze* für eine Fortpflanzung durch Theilung, *Leuckart* für eine Knospenbildung (p. 65 sq.). Der Uebergang der Echinodermen-Larven (Seeigel, Asterien etc.) in das geschlechtlich differenzirte Thier wird von *J. Müller* für einen Prozess erklärt, der zwischen Generationswechsel und Metamorphose stehe; *Leuckart* sieht darin eine reine Metamorphose, *V. Carus* einen reinen Generationswechsel. So zweifele ich keinen Augenblick, dass sich in Betreff der Beispiele, die ich als Knospenbildungen hingestellt und möglichst konsequent bis zur äussersten Grenze analysirt habe, die verschiedensten Ansichten im Allgemeinen und im Einzelnen werden geltend machen. Wo aber über ein und dasselbe empirische Material so verschiedene und fast entgegengesetzte Meinungen hervortreten, da werden die Gründe, wie ich glaube, in zwei Umständen zu suchen sein. Entweder ist die empirische Grundlage noch nicht hinlänglich klar zu durchschauen, oder man hat sich über die Kriterien der Prozesse, welche darin zu erkennen sein sollen, noch nicht verständigen und einigen können. Im ersten Falle darf

man sich beruhigen; die Kontroversen werden bei erweiterten Erfahrungen leicht geschlichtet werden. Im zweiten Falle kommen, wie aus dem Mitgetheilten ersichtlich wird, besonders die ungeschlechtliche Fortpflanzung mittelst Knospen, die durch sogenannte Theilung, und der einfache oder mehr komplizirte Entwickelungsprozess oder die Metamorphose zur Sprache. Niemand wird nun läugnen wollen, dass in den Prozessen der Zeugung und Entwickelung noch vieles Räthselhafte verborgen liege, und dass beide Prozesse vielfach Hand in Hand gehen. Allein wenn man die Literatur durchmustert, so überzeugt man sich, dass weniger das noch Unbekannte und Räthselhafte, als vielmehr der Mangel an Kenntniss des Gesetzlichen und eine oft unverantwortliche Vernachlässigung der anerkannten Kriterien und Unterschiede zwischen den einzelnen Prozessen zu den verschiedensten Ansichten und Kontroversen Veranlassung gegeben hat und noch giebt. Es ist kaum glaublich, mit welcher Gewandtheit die verschiedensten Dinge untereinander gemischt werden, und wie man seine Freude daran hat, nicht zu sichten und zu trennen, sondern alles Mögliche durcheinander zu werfen, als wenn man mit den wichtigsten organischen Naturprozessen sein Spiel treiben könne.

Von den in Rede stehenden Prozessen ist die ungeschlechtliche Fortpflanzung oder Zeugung durch Theilung nach meinem Dafürhalten kein wirklicher Zeugungsprozess, sondern nur eine Trennung von Individuen, die in Folge von Knospenbildung bisher in einem Individuen-Stock gemeinschaftlich lebten. Im zweiten Theile werde ich genauer auf diese d r i t t e, ungeschlechtliche Zeugungsform eingehen. Es bleiben also die Knospenbildung, als ungeschlechtlicher Zeugungsprozess, und die Entwickelung oder, wie man neuerdings häufig sagt, die Metamorphose übrig. In Betreff dieser Prozesse habe ich bereits hervorgehoben, dass es bisher hinsichtlich der Zellengenesis nicht möglich gewesen sei, Zeugung und Entwickelung streng auseinander zu halten. Wir haben es hier überdies mit den molekularen Wirkungen der organischen Materie zu thun, über die unsere Kenntnisse vorläufig noch zu mangelhaft sind, um sie in eine wissenschaftliche Erörterung aufnehmen zu können. Wo aber die Zellen selbst als die unmittelbaren und wirksamen Träger des Lebens der Organismen auftreten, da sind in der Physiologie beide Prozesse hinlänglich scharf und genau zu unterscheiden gewesen. Ich habe diese Unterschiede in der Einleitung (p. 10 sqq.) und später (p. 34) angegeben. Man ersieht daraus, dass bei der Z e u g u n g aus einem sich entwickelnden Organismus eine keimfähige Grundlage abgesondert wird, die zu einem, dem Erzeuger homologen Wesen sich entwickelt; aus einem keimfähigen Theile, so sagt man, wird ein Ganzes. Ist der Erzeuger ein Individuum, so geht aus der keimfähigen Grundlage wiederum ein Individuum hervor. Durch E n t w i c k e l u n g dagegen sondert sich eine keimfähige Grundlage nach streng logischer Analyse in die Organe oder Bestandtheile eines einfachen Individuums, wobei im-

merhin später im Bereiche der Organe selbst Zeugungen auftreten können. Diese Unterschiede gelten sowohl für die Zeugung mittelst Sporen, als für die mittelst Knospenbildung. Die richtige Würdigung ferner eines Entwickelungsprozesses hängt, wie gezeigt wurde, innig mit der richtigen Auffassung der Natur des aus der Entwickelung hervorgehenden Produkts zusammen, welches in Form eines wirklich streng einheitlichen Systems zu denken ist, und das eben durch die Entwickelung in seine Glieder sich sondert. Wie bei Zeugungsprozessen, so sind auch bei Entwickelungsprozessen die Einheiten, in welchen sich die Entwickelung bewegt, überall consequent und fest im Auge zu behalten. Es giebt eine Entwickelung im Bereiche des Individuums, es giebt aber auch eine Entwickelung im Bereiche von Organen der Individuen, wenn die Organe in sich streng systematisch gegliedert sind, u. s. f. Iedes streng einheitlich gegliederte System entsteht also durch den Entwickelungsprozess, und der letztere enthüllt uns sein Wesen in der Natur des ersteren. In den Zuständen der Lebens- und Entwickelungsgeschichte der Art-Individualität liegen indess wohl niemals die reinen Produkte eines Entwickelungsprozesses vor, sondern vielmehr eine Kombination der ersteren mit den Produkten verschiedener Zeugungsprozesse. So ist in dem ausgebildeten Wirbelthiere nicht allein die systematische Komposition aus einer Summe durch Entwickelung produzirter Primitivorgane zu erkennen, sondern es sind zugleich auch die Produkte der organologischen Zeugung, wie im Bereiche des Wirbelsystems, der primären drüsigen Organe, nachweisbar. Wie endlich der Entwickelungsprozess aus dem Charakter und dem Wesen des einfachen Individuums, oder, um allgemein zu sprechen, aus der Natur eines streng einheitlichen Systems begriffen wird, so hängt die ungeschlechtliche Fortpflanzung mittelst Knospenbildung innig mit der Lehre von den Individuen-Stöcken zusammen. Wer die Existenz der Individuen-Stöcke leugnet, der leugnet auch die ungeschlechtliche Fortpflanzung mittelst Knospenbildung. Ueber diese Zeit jedoch, glaube ich, ist die Wissenschaft hinaus. Wir haben, wenn auch nicht ohne Mühe und nur allmälig, mit der Vorstellung von Individuen-Stöcken uns vertraut gemacht, und der ungeschlechtliche Zeugungsprozess mittelst Knospen hat in gleichem Grade an Terrain gewonnen. Auf diesem gewonnenen Boden so weit als möglich vorzuschreiten, halte ich für die nothwendige Aufgabe einer Analyse des ungeschlechtlichen Zeugungsprozesses. Zu dem Ende mussten, wie es in der Einleitung geschehen, die anerkannten Kriterien für die Bestimmung eines Individuen-Stockes aufgesucht und namentlich auch die Unterschiede der Individuen-Stöcke von einfachen Individuen und deren Organen hervorgehoben werden. Auf dieser Grundlage wurde die Analyse des Knospenbildungsprozesses an den oben angeführten Beispielen unternommen. Sie hat zu Resultaten geführt, über die ich selbst überrascht gewesen bin. Gleichwohl habe ich sie nicht gesucht, sondern bin oft mit Zaudern auf die, we-

nigstens für mich unabweislichen Konsequenzen eingegangen. Gegenwärtig will ich versuchen die aus jener Analyse sich ergebenden Gesetzlichkeiten zusammenzufassen, indem ich voraussetze, dass man es zu würdigen wissen werde, wie ich mich auf ein Gebiet wage, dessen Grenzen sicherlich im Pflanzen- und wirbellosen Thierreich sehr ausgedehnt sind, und über welches gegenwärtig nur von einigen Höhenpunkten aus eine Fernsicht gestattet sein möchte.

Der wesentlichste Unterschied der ungeschlechtlichen und einer jeden Zeugung und Fortpflanzung mittelst Knospen von derjenigen mittelst Sporen giebt sich darin zu erkennen, *dass der gezeugte Keim eine Zeitlang oder auch dauernd in organisirter Verbindung mit dem zeugenden Stamm (Individuen-Stock) sich entwickelt und lebt* *). — Je wichtiger die Folgen sind, die aus der organisirten Verbindung zwischen dem zeugenden Stamm und dem von ihm gezeugten Keime hervorgehen, je grössere Mühe es gekostet, mit der Vorstellung der dadurch gebildeten Individuen-Stöcke sich vertraut zu machen; um so wünschenswerther mag es erscheinen, auf Erscheinungen in der organischen Natur, wobei gleichfalls eine organisirte Vereinigung zweier mit der Befähigung zum selbstständigen Leben begabter Wesen stattfindet, hinzuweisen, und Verwandschaft so wie Unterschiede hervorzuheben. Zu den hierher gehörenden, längst bekannten Erscheinungen ist die, durch künstliche Verbindung hervorgerufene organisirte Vereinigung von Pflanzen-Theilen beim Okuliren, Kopuliren und Pfropfen zu rechnen. Darin gleichen sich diese beiden Prozesse, dass Individuen-Stöcke daraus hervorgehen. Allein die Unterschiede offenbaren sich deutlich darin, dass beim Okuliren etc. die beiden sich vereinigenden Wesen in keinem genetischen Abhängigkeits-Verhältniss zu einander stehen, auch gewöhnlich nicht, und wenigstens nicht nothwendig, aus einem befruchteten Eie hervorgegangen sind, endlich auch schon entwickelte Individuen oder vielmehr Individuen-Stöcke, sogar oft von verschiedenen Species, darstellen. Eine natürliche Folge davon ist, dass jenes Einheitsprinzip, welches die ganze aus einem befruchteten Eie hervorgehende Lebensgeschichte einer Art-Individualität beherrscht, sich hier nicht geltend machen kann. — Hieran schliesst sich ferner die neuerdings von *v. Siebold* beobachtete Kopulation der Diporpen, wodurch jenes so merkwürdige von *Nordmann* entdeckte Doppelthier Diplozoon paradoxum gebildet wird (v. Sieb. u.

---

*) Ich habe schon früher erwähnt, dass man, namentlich in der Botanik, mit dem Ausdruck „Knospen" ein schon mehr entwickeltes, häufig schon als Individuen-Stock auftretendes Gebilde bezeichnet, das zugleich äusserlich an dem zeugenden Stamm hervortritt. Wie bei der Analyse der verschiedenen Beispiele von Knospenbildungsprozessen, so wird auch bei den gegenwärtigen Erörterungen von dieser Bedeutung des Wortes „Knospe" ganz abgesehen. Ich verstehe unter „Knospe" in allen Fällen einen ungeschlechtlich gezeugten Körper, der während seiner Entwickelung und Ausbildung in irgend einer Weise eine organisirte Verbindung mit dem zeugenden Stamm unterhält. Die gewöhnliche Knospe repräsentirt nur eine unter vielen Formen, wie dieses geschieht.

Köllik. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. III, p. 62 sqq.). Die zuerst von ***Dujardin*** beschriebenen Diporpen sind geschlechtlose Jugendzustände des Diplozoon, welche durch paarweise Verschmelzung mittelst ihrer Bauchnäpfe die Entstehung des später sich geschlechtlich differenzirenden Doppelthieres veranlassen. Auch hier liegt die Bildung eines Individuen-Stockes zu Tage; ja, sie erfolgt ohne künstlichen Betrieb und gehört offenbar zur Verwirklichung der Lebensgeschichte der Individuen oder wohl richtiger der Art-Individualitäten einer Art. Das letztere Moment enthält bereits einen wichtigen Unterschied von der ungeschlechtlichen Fortpflanzung mittelst Knospenbildung. Ausserdem stehen die sich vereinigenden, schon in der Entwickelung weit vorgeschrittenen Geschöpfe, wenn sie auch derselben Art angehören und selbst aus einem einzigen befruchteten Eie hervorgegangen waren, in keinem genetischen Abhängigkeits-Verhältnisse. Vielleicht ist diese Kopulation als ein, in modifizirter Weise ausgeführter Begattungsprozess anzusehen, bei welchem die betheiligten Individuen nicht nur in innige Berührung, sondern schon zeitig in eine sogar organisirte Verbindung miteinander treten. — Man hat endlich die organisirte Vereinigung zweier, ursprünglich isolirt lebender Geschöpfe sowohl bei Thieren, als auch namentlich bei Pflanzen unter noch anderen Verhältnissen beobachtet. Lange bekannt ist die sogenannte Konjugation der Konferven, desgleichen der Desmidiaceen, Zygnemaceen etc., welche letztere neuerdings von ***A. Braun*** (Beobachtungen über die Erscheinungen der Verjüngung etc. Freiburg. 1849) genau beschrieben wurden. Hier bildet sich nach Verschmelzung zweier Individuen, aus den vermischten Inhaltsmassen eine Saamenzelle aus, welche zur neuen Generation sich entwickelt. Aehnliche Erscheinungen wurden beobachtet von ***Kölliker*** (Zeits. f. wiss. Zool. Bd. I. p. 207) und von ***Cohn*** (a. a. O. Bd. III. p. 66) bei Actinopkrys Sol.; von ***v. Siebold*** (a. a. O. p. 65) bei Acineta; von ***Stein*** (Wiegm. Arch. 1849. p. 147) bei Podophyra, u.s.w. ***v. Siebold*** hat diesen Prozess mit der Kopulation der Diporpen verglichen. Diese Uebereinstimmung ist auch in manchen Beziehungen vorhanden; dennoch möchte ein wichtiger Unterschied nicht übersehen werden dürfen. Bei der beschriebenen Konjugation findet mit der Vereinigung der Individuen gleichzeitig eine Vermischung zweier keimfähigen Stoffe Statt, aus welchen ein Keim hervorgeht, der zur Entwickelung einer neuen Generation führt. Die Bildung des Individuen-Stockes tritt hier ganz in den Hintergrund vor Erscheinungen, welche die grösste Uebereinstimmung mit einem Befruchtungsakt haben. Ich möchte hier die Konjugation für einen modifizirten Befruchtungsakt halten, zu dessen Ausführung die Träger der Keimstoffe miteinander in organisirte Verbindung getreten sind.

Aus den angeführten Beispielen geht hervor, dass die organisirte Vereinigung zweier selbstständig lebender Wesen zu einem Individuen-Stock keine vereinzelt dastehende Erscheinung ist, wenn sie auch unter anderen Verhältnissen erfolgt, stets schon

mehr entwickelte Geschöpfe betrifft, und namentlich nirgend ein genetisches Abhängigkeits-Verhältniss, wie bei der eigentlichen Knospenbildung, unter den sich vereinigenden Gliedern nachgewiesen werden kann. Dieses genetische Abhängigkeits-Verhältniss charakterisirt eine jede Knospenbildung, auch die ungeschlechtliche, und gewährt der Bildung von Individuen-Stöcken die günstigste, von den innigsten Beziehungen beherrschte Grundlage. Schon bei der geschlechtlichen Fortpflanzung machen sich diese Beziehungen gar mannigfaltig unter den Aeusserungen der Brutpflege geltend. Wenn sich der Fötus in der Gebärmutter entwickelt, so scheint es fast, namentlich bei Bildung der hinfälligen Häute und der Placenta, als ob Mutter und Kind ein einheitlich organisirtes Ganze darstellen. Bei Betrachtung der Frucht einer Pflanze wird es uns schwer, den Embryo oder Kern von der Hülle oder Schaale zu trennen, und beide als selbstständige Wesen anzusehen; u. s. w. Und dennoch haben wir es hier überall mit einer Fortpflanzung zu thun, wobei die Glieder, als Vertreter der Art-Individualität, aus ihren Grenzen zur freieren und selbstständigeren Bewegung in die Art übertreten; das genetische Abhängigkeits-Verhältniss zwischen Mutter und Kind ist auch nicht direkt, es wird durch die Saamenkörperchen und Eier, so wie durch die Produktion eines befruchteten Eies vermittelt. Das unmittelbar von den Männchen und Weibchen Gezeugte sind die Saamenkörperchen und Eier selbst; und welche innige organisirte Verbindung diese, auch wenn sie bereits als selbstständige Keime anzusehen sind, mit dem zeugenden Stamm unterhalten, das lehrt ein Blick auf die geschlechtlichen Fortpflanzungsapparate in der Thierwelt. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung bewegt sich sogar, wie wir wissen, in den Grenzen der Entwickelungs- und Lebensgeschichte der Art-Individualität. Das Gezeugte und der zeugende Stamm sind Zustände in derselben, und ihre gemeinschaftliche Aufgabe besteht in der Verwirklichung jener Entwickelungs- und Lebensgeschichte. Häufig sehen wir dergleichen Zustände an einem und demselben entwickelungsfähigen Substrate auftreten; der Spielraum der Eigenbewegung der einzelnen Zustände ist in die engsten Grenzen gezogen. Wird dagegen die Entwickelungs- und Lebensgeschichte einer Art-Individualität an mehreren von einander genetisch abhängigen Substraten oder Individuen verwirklicht, so ist dieser Spielraum offenbar erweitert, und zwar am weitesten bei vorhandener Sporenbildung. Allein die innige und nothwendige Beziehung der einzelnen Individuen oder resp. Individuen-Stöcke zur Lebensgeschichte der einen Art-Individualität muss überall hervortreten; und bei der Knospenbildung geschieht dieses in einer Weise, wobei die Selbstständigkeit der einzelnen Individuen, durch das Eintreten in eine organisirte Verbindung, dem einheitlichen Prinzip in der Lebensgeschichte der Art-Individualität sich am meisten unterordnen kann, und es in einer oft merkwürdigen Art auch wirklich thut.

Indem ich nun auf die gesetzlichen Vorgänge bei der ungeschlechtlichen Fort-

pflanzung mittelst Knospenbildung näher eingehe, habe ich zunächst in Erinnerung zu bringen, dass man sich die Zeugung selbst von den einfachen Individuen ausgehend zu denken habe, und dass der ungeschlechtliche Keim wahrscheinlich, wie bei der Sporenbildung, überall ursprünglich in Form einer einfachen Zelle oder eines homologen, organisirten einfachen Körpers gegeben sei. Beim weiteren Fortschritt der Analyse scheinen mir dann besonders zwei Fragen in den Vordergrund gestellt werden zu müssen: *nach welchen allgemeinen Gesetzen schreitet die Entwickelung des bezeichneten Keimes und überhaupt der Knospenbildungsprozess vorwärts, und wie geht die organisirte Vereinigung der einzelnen Individuen bei der Bildung von Individuen-Stöcken vor sich?*

Was zunächst die erste Frage betrifft, so treten die ersten Veränderungen des Keimes so versteckt auf, dass man nur in sehr seltenen Fällen, und auch dann nicht einmal die wünschenswerthe, klare Einsicht erlangt. Wenn man darauf Rücksicht nimmt, was von dem Knospenbildungsprozesse bei den Pflanzen bekannt ist, desgleichen auf die von *Schultze* geschilderten Vorgänge der Knospenbildung bei Nais proboscidea (p. 62), endlich auf die Ausbildung der Sporenzellen achtet; so möchte die erste Veränderung des Keimes überall da, wo ein aus Zellen zusammengesetzter, einfacher Organismus gebildet werden soll, wie bei der Entwickelung einer Art-Individualität aus dem befruchteten Eie, *in einer Bildung von jungen Zellen bestehen.* Dem dadurch entstandenen Haufen von Zellen wird der schon öfter erwähnte indifferente Charakter, wie jenem aus dem Furchungsprozesse hervorgegangenen Zellenhaufen, zuzuschreiben sein, und aus diesem Zustande sodann der Uebergang und die Entwickelung zum einfachen Individuum erfolgen müssen. Tritt übrigens der Knospenbildungsprozess frühzeitig in der Lebensgeschichte einer Art-Individualität auf, wie z. B. bei Saenuris (p. 60), so würde ein solcher Haufen von Zellen von dem an der Entwickelung des einfachen Individuums sich nicht betheiligenden ruhenden Dottertheil repräsentirt sein. Mit Rücksicht auf die, einem solchen Haufen von Zellen zukommenden Eigenschaften (Einl. p. 14) werden sich im weiteren Fortgange der Entwickelung für den Aufbau und die Bildung von Individuen-Stöcken zwei Fälle denken lassen. Der Zellenhaufen wird in seiner Gesammtheit zur Entwickelung eines einfachen Individuums so verwendet werden können, dass ein Theil davon zu Organen des einfachen Individuums entwickelt und der andere als keimfähiges Material mitgenommen wird. Oder es kann sich der Haufen von Zellen in Gruppen abtheilen, und jede Gruppe in den Zustand mit dem Charakter des einfachen Individuums übertreten, so dass aus einem Zellenhaufen gleichzeitig eine Mehrheit von Individuen hervortreten würde. Von diesen beiden Fällen ist jedoch, bei genauer Beachtung der Erscheinungen während der Knospenbildungsprozesse, nur der erste wirklich vorhanden. Der zweite Fall lässt zwar sehr gut die Auffassung zu, dass die gleichzeitig auftretenden Individuen später

untereinander und mit dem etwa vorhandenen zeugenden Stamm sich in organisirte Verbindung setzen, und so einen Individuen-Stock bilden. Ja, ich mag nicht bergen, dass ich mir die Doppel-Missgeburten bei Hühnchen auf diese Weise entstanden denken möchte. Bei Erörterung der Frage über die Zeugung durch Theilung werde ich auf diesen Prozess noch besonders zurückkommen müssen. Bei einer wirklichen Knospenbildung ist derselbe jedoch nicht zu verwenden, da alle Beispiele lehren, dass nicht gleichzeitig eine Summe von schon gebildeten Individuen sich zu einem Individuen-Stocke vereinigen, sondern dass jedes Mal in der Genesis von einander abhängige nach und nach zum Individuen-Stocke zusammentreten. Es giebt allerdings Beispiele genug, so bei den Pflanzen, bei den Medusen und strahligen Thieren, in welchen ein gleichzeitiges Hervorsprossen mehrerer Knospen beobachtet wird. Allein in allen diesen Beispielen findet eine gleichzeitige Zeugung mehrerer Individuen eines Individuen-Stockes Statt, und dieses lässt sich nicht mit dem in Frage gestellten Prozesse vergleichen. Es steht vielmehr als ein charakteristisches Moment einer jeden ungeschlechtlichen Fortpflanzung fest, dass die Zeugung in allen Fällen von einem Wesen mit dem Charakter eines einfachen Individuums ausgehe.

Hiernach muss als Grundlage für die Bestimmung der gesetzlichen Vorgänge beim Knospenbildungsprozesse festgehalten werden, dass die weitere Entwickelung in allen Fällen *von einem Zellenhaufen ausgehe, der, wie sich ergab, nicht allein aus einer Zelle und in einem Wesen mit dem Charakter des einfachen Individuums entstanden ist, sondern der auch zunächst immer wieder in ein einfaches Individuum sich verwandelt.* Es liegt nahe, von dieser Grundlage aus sich erst einen einfachen Knospenbildungsprozess auf die Weise vorzustellen: dass ein Individuum einen Keim delegire, dass dieser gleichfalls zu einem einfachen Individuum sich entwickele, dabei in organisirte Verbindung mit dem zeugenden Stamm trete, und dass so zuerst ein Individuen-Stock der einfachsten Art, bestehend aus zwei Individuen, sich bilde. Soll dann ein Individuen-Stock vergrössert werden, so mag das eine oder andere Individuum von Neuem zeugen, und so fort, bis auf gleiche Weise immer durch Vermehrung von einem Individuum ein zusammengesetzter Stock gebildet wird. Die Natur zeigt aber bei den Fortpflanzungsprozessen in der Regel eine grosse Fülle, und bei Durchmusterung der verschiedenen Beispiele von Knospenbildungen ist mir keines entgegengetreten, in welchem der Prozess in so einfacher Weise vorschreitet. Bei der sogenannten Verwandlung der Echinodermen-Larven in das entwickelte Echinoderm (z. B. bei der Bipennaria asterigera), die nach meinem Dafürhalten durch einen Knospenbildungsprozess vermittelt wird, könnte es scheinen, als ob die Larve nur eine Knospe treibe, und beide zusammen einen Individuen-Stock aus zwei Individuen bilden. Inzwischen habe ich mein grosses Bedenken dagegen, dass

nicht allein der Seestern, sondern auch die Larve als einfache Individuen anzusehen seien. Betrachtet man die sonst dargebotenen Knospenbildungsprozesse (bei Entstehung der Saenuris; Vergl. p. 60), so überzeugt man sich überall leicht, dass gewöhnlich bald, nachdem ein Zeugungsakt stattgefunden, und bevor der Keim sich vollständig entwickelt hat, neue Zeugungsakte auftreten. Der Zustand des Individuen-Stockes, in welchem nur zwei Individuen (Erzeuger und das sich entwickelnde Junge) gegeben sind, ist schnell vorübergehend und gelangt nicht zur Permanenz. Es stellt sich vielmehr bald ein dritter, ein vierter etc. Keim ein; und der Individuen-Stock besteht während seiner Bildung aus einer Mehrzahl von Individuen in den verschiedensten Stadien der Entwickelung. Es darf daher wohl als eine Regel festgesetzt werden, *dass bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung mittelst Knospenbildung gewöhnlich eine Anzahl von Zeugungsakten schnell aufeinander folgen und zur Bildung von Individuen-Stöcken führen, an welchen sich mehr als zwei Individuen (besonders einfache) betheiligen.* Die Knospenzeugung erscheint gewöhnlich als eine Art von Sprossenzeugung.

Hieran schliesst sich nun die Frage, von wem die mehr oder weniger zahlreich aufeinanderfolgenden Zeugungsakte ausgehen? Ist es das ursprünglich zeugende Individuum, welches auch weiterhin zu zeugen fortfährt, oder treten für ihn die Deszendenten ein, oder findet endlich Beides Statt? Schon aus den von mir besprochenen Beispielen ergiebt sich, dass die Natur, um eine Reichhaltigkeit von Formen in den Individuen-Stöcken zu erzielen, in allen möglichen Waisen mit dem Knospenbildungsprozesse vorschreite. In dieser Beziehung verhält sich die Fortpflanzung mittelst Knospen und die Bildung der Individuen-Stöcke, wie die geschlechtliche Fortpflanzung und der Aufbau des sogenannten Stammbaumes, der bald mehr in direkter Linie, dann durch Abzweigungen, oder auf beide Weise in mannigfaltigen Abwechselungen sich fortzieht. Zur Feststellung bestimmter Gesetzlichkeiten mag die so übersichtlich vorschreitende Lebensgeschichte der Nais proboscidea dienen. Während der Entwickelung im Eie entsteht zuerst das sogenannte Embryonalfeld, welches das ursprünglich zeugende, noch einfache Individuum vorübergehend darstellt, und in seinem Inneren den ruhenden, für neue Zeugungsakte bereitliegenden Bildungsdotter beherbergt. Man sieht dann, wie das Kopfstück und ein Glied nach dem anderen hervortritt. Es lässt sich mit vollkommener Sicherheit nachweisen, dass grade aus dem bezeichneten Zeugungsmaterial des Embryonalfeldes und nicht etwa aus der Substanz der einzelnen neu herzugetretenen Glieder die neuen Knospen gebildet werden und an die vorhandenen sich anschliessen. Der Prozess ist genau derselbe, wie bei Bildung eines Organ-Stockes mit dem gegliederten Typus. Ich habe bereits hervorgehoben, dass die Bildung der einzelnen Abtheilungen des Wirbelsystems aus der ursprünglichen Anlage ganz ebenso von vorn nach hinten vor sich gehe. Dieses ist die einfachste Weise, wie

überhaupt der Knospenbildungsprozess vorschreiten kann; als Produkt geht die junge Annelide hervor, die ich bereits als einfachen Individuen-Stock bezeichnet habe. In diesem Falle giebt es nur einen Knospenkeim- oder Vegetationspunkt. Der ungeschlechtliche Fortpflanzungsprozess mittelst Knospen schreitet demnach in einfachster Weise vor und führt zur Bildung eines einfachen Individuen-Stockes, *wenn sämmtliche Zeugungsakte von einem einzigen Individuum ausgehen und dieses und seine direkten Descendenten in organisirte Verbindung treten.* Aber die Lebensgeschichte der Nais proboscidea lehrt weiter, dass später auch in den unmittelbaren Nachkommen des ursprünglich zeugenden Individuums Zeugungsakte auftreten, und dass so, wenn auch vorübergehend, Individuen-Stöcke gebildet werden, die aus mehreren und so vielen einfachen Individuen-Stöcken bestehen, als einzelne Glieder in den ungeschlechtlichen Zeugungsprozess mittelst Knospen eingehen. Hier treten zu dem ursprünglichen Vegetationspunkte im Individuen-Stocke eine entsprechende Zahl neuer Keimpunkte hinzu. Bei der Naide geht die Komplikation des Knospenbildungsprozesses nicht weiter. Wirft man jedoch einen Blick auf die Lebensgeschichte der Bäume, der Kampanularien, der Medusen, so gewinnt man eine Uebersicht, wie der Aufbau der Individuen-Stöcke noch komplizirter wird. Während die Terminalknospe, selbst abgesehen von der Wurzel, durch delegirte Keime die Axe verlängert, treten aus der letzteren excentrische Knospen für die Blätter hervor; gleichzeitig bilden sich die Verdickungsschichten, und auch diese delegiren Knospenkeime für die Axillar- und Adventivknospen, die sich im weiteren Wachsthum wie die Terminalknospe verhalten, etc. Aehnliches gewahrt man bei den anderen Beispielen; und dieses giebt sich darin zu erkennen, dass auf die Zeugungsacte der Descendenten erster Linie, in gleicher Weise auch Knospenzeugungen der Descendenten zweiter und dritter Linie u. s. w. nachfolgen und so die Bildung eines, noch mehr zusammengesetzten, Individuen-Stockes veranlassen. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung mittelst Knospen schreitet demnach in komplizirter Weise in der Art vor, *dass Knospenzeugungen auch von den Descendenten der ersten, zweiten etc. Linie ausgehen, in Folge dessen der einfache Stock in einen mehr oder weniger zusammengesetzten Individuen-Stock sich verwandelt.* In solchen Fällen finden sich ebenso viele verschiedene Vegetationspunkte im Individuen-Stocke vor, als Individuen Keime delegiren.

Die gesetzlichen Bestimmungen, unter welchen der Knospen-Zeugungsprozess bei Bildung der Individuen-Stöcke erfolgt, haben die Aufmerksamkeit noch auf eine Erscheinung zu richten, deren bereits bei Analyse der früher angeführten Beispiele gedacht wurde. Bisher wurde mit besonderer Rücksicht auf die Naide geltend gemacht, dass die Zeugungsprozesse, sei es vom Stamm allein oder auch von seinen Descendenten verschiedenen Grades, aber stets nur von einzelnen Individuen in zeitlicher Aufein-

anderfolge ausgehen. Wenn jedoch ein junger Polyp unter der Form einer Ausstülpung aus der Darmwandung des alten hervorwächst, so wissen wir, dass in der Wandung der Aussackung eine Aggregation von Individuen gegeben ist, und dass diese Summe von Individuen durch Zeugung aus einer Stelle des Stammes hervorgeht, in welcher gleichfalls eine Summe von Individuen in parenchymatischer Vereinigung vorliegt (p. 48). Wenn ferner die Axe des Baumes in die Länge (?) durch Knospenzeugung wächst, oder durch Verdickungsschichten sich erweitert, so ist hier eine Anzahl von Individuen vorhanden, die gleichzeitig und mit einander gemeinschaftlich Knospen treiben, welche bei weiterer Ausbildung auch gemeinschaftlich zusammenhalten. Desgleichen wurde beobachtet, dass bei Thieren mit strahligem Typus (Meduse, Coryne) unter der Form einer Verzweigung des centralen Magens ebenfalls gleichzeitig von mehreren Punkten um die gegebene Axe Knospenbildungen ausgehen, die gemeinschaftlich zur Scheibe sich ausbilden. Selbst in der Art und Weise, wie die Randfäden an der Scheibe der Meduse hervortreten, lässt sich eine, von mehreren Individuen gleichzeitig und gemeinschaftlich ausgehende Knospenzeugung nicht verkennen, wenn auch die einzelnen Knospen räumlich von einander getrennt sind (vergl. p. 57 sq.). Hierher gehören auch die paarig oder auch in Mehrzahl um eine Axe hervortretenden Blattbildungen bei den Pflanzen. Die Erscheinung, von der hier die Rede ist, kann nur an schon vorhandenen Individuen-Stöcken sich geltend machen und zeigt sich nach ihrer Gesetzlichkeit darin, ***dass die Knospenzeugung von mehreren Individuen gleichzeitig und in einer Art gemeinschaftlicher Verbindung ausgeht,*** in Folge dessen gewisser Maassen gruppirte Individuen-Stöcke gebildet werden. Man kann diese Knospenzeugung als ***Generatio consociata*** oder ***congregata*** gegenüber der zuerst besprochenen ***Generatio segregata*** bezeichnen. Die Generatio consociata kann übrigens mit Rücksicht auf Stamm- und Deszendenten-Zeugung ebenso, wie die G. segregata in einfacher und komplizirter Weise vorschreiten, und so die Bildung mehr einfacher und zusammengesetzter Individuen-Stöcke veranlassen, deren nächste Kompositionsglieder jedoch nicht die einfachen, sondern die gemeinschaftlich verbundenen, oder doch in ihrer Ausbildung zusammenhaltenden Individuen-Stöcke sind. Der Charakter solcher Individuen-Stöcke ist mehr durch die Menge der darin enthaltenen Individuen, als grade immer durch grosse Abwechselungen ausgezeichnet, und, wo diese auftreten, sind nicht einzelne Individuen, sondern ganze Gruppen dabei in Anspruch zu nehmen; es herrscht eine gewisse Uniformität und ein gruppirtes Wesen vor. Zergliedert man sich den Individuen-Stock der Medusen-Larve (p. 57 sq.), so erhält man zunächst den centralen Darm, die Scheibe und die Randfäden. Bei dem Darm und den Randfäden hört die weitere Zergliederung auf, obgleich in ihnen noch eine Summe von Individuen verborgen ist; allein die Individuen zeigen sich ganz gleichartig und parenchymatisch. Bei der Scheibe kann man noch

weiter gehen, doch auch hier stossen wir zuletzt auf eine Summe gleichartiger Individuen, wie in den Verdickungsschichten der Bäume. Bei dem einfachen und zusammengesetzten Naiden-Stock dagegen führt die Zergliederung zuletzt immer auf das einfache Individuum, auf das Segment zurück, obgleich auch hier die einzelnen Individuen sich sehr gleichen. Dort tritt das einzelne Individuum in den Hintergrund, hier behält es seine selbstständigen Rechte. Die Knospenzeugung durch Generatio consociata zeigt sich besonders auf den niederen Stufen der organischen Schöpfungen; und die meisten von mir analysirten Beispiele der ungeschlechtlichen Fortpflanzung mittelst Knospenbildung liefern Belege dazu. Es wurde dabei zugleich hervorgehoben, dass grade bei einer solchen Art und Weise des Fortschreitens der Knospenzeugung die Bewegungen in der Lebensgeschichte einer Art-Individualität nicht an einzelnen Individuen, sondern an ganzen Gruppen derselben offenbar werden. Wie die Individuen gleichzeitig gezeugt wurden, so pflegen sie auch gleichzeitig abzusterben; man spricht mehr von ungeschlechtlichen und geschlechtlich differenzirten Individuen-Stöcken, als von Individuen, u. s. w. Damit beende ich die Erörterung der ersten Frage, indem ich, ohne auf Spezialitäten einzugehen, nach meinen gegenwärtigen Erfahrungen noch andere allgemeine Gesetzlichkeiten über die Entwickelung des Knospenkeims und über das Auftreten der Knospen-Zeugungsprozesse bei Bildung von Individuen-Stöcken nicht anzugeben weiss.

In Betreff der zweiten Frage sollen die gesetzlichen Vorgänge erörtert werden, wie die Knospen mit dem zeugenden Stamm und untereinander bei Bildung von Individuen-Stöcken in organisirte Verbindung treten. Es scheinen mir hier besonders zwei Momente ins Auge gefasst werden zu müssen: nämlich die Form, in welcher die Aggregation der Individuen erfolgt, und die gesetzlichen Weisen, unter welchen der Vereinigungsprozess zwischen je zwei Individuen ausgeführt wird.

Ueber das Formelle in der Aggregation der Individuen eines Individuen-Stockes hat sich in neuester Zeit zu wiederholten Malen *Leuckart* ausgesprochen. Er unterscheidet eine äussere und eine innere Knospenzeugung. Bei der letzteren geht die Knospenzeugung versteckt im zeugenden Stamme vor sich, so dass sich die Natur des Individuen-Stockes anfangs wenigstens in der äusseren Form nicht zu erkennen giebt. Bei der ersteren tritt die Knospe äusserlich hervor und setzt sich entweder unter einem Winkel an die Axe des Stammes an (seitliche oder excentrische Knospenbildung), oder verlängert die Axe desselben (Knospenbildung in der Axe oder Kontinuität). Diese allgemeinen Bestimmungen treffen in vielen Fällen zu; sie berühren aber viel zu wenig die Grundverhältnisse und zeigen sich deshalb auch nicht selten unzureichend. Die Unzulänglichkeit hat sich auch darin bewährt, dass *Leuckart*, unerachtet der grossen morpho-

logischen und physiologischen Uebereinstimmung, den Prozess der ungeschlechtlichen Zeugung in der Gliederbildung bei den Ringelwürmern gänzlich in Abrede stellt (Arch. für phys. Heilkunde. Bd. XI, p. 391 sqq.).

Die Form in der Aggregation der Individuen-Stöcke kann überhaupt, und namentlich auch in vorliegender Abhandlung, nur insofern Gegenstand einer allgemeinen Erörterung sein, als sie aus den überall auf gleiche Weise dargebotenen Grundverhältnissen resultirt. Zu diesen Grundverhältnissen gehört zunächst, dass die Knospenkeime, mögen sie einzeln oder in Gesellschaft auftreten, ursprünglich innerhalb des Parenchyms oder zwischen den Organen des zeugenden Stammes niedergelegt sind. Der zeugende Stamm wird bei der Generatio segregata durch ein einfaches Individuum vertreten sein; bei der Generatio consociata kann, insofern die in Gesellschaft zeugenden Individuen ein Kontiguum oder Kontinuum bilden, statt des einfachen Individuums eine ganze Gruppe derselben als zeugender Stamm dastehen. Ursprünglich ist also jede Knospenzeugung eine innere; denn die Entwickelung des Knospenkeimes beginnt in allen Fällen mehr oder weniger versteckt im Inneren des zeugenden Stammes. Zu den Grundverhältnissen rechne ich ferner, dass die Zeugungsakte in dem ursprünglich zeugenden Stamm sich gewöhnlich mehrere Male wiederholen, so dass also aus einem Vegetationspunkte mehrere Knospen hervortreten und demnach nicht allein das Aggregations-Verhältniss des ursprünglich zeugenden Stammes zu der ersten, sondern auch zu den folgenden Knospen in Betracht gezogen werden muss. Späterhin können dann neue Vegetationspunkte in den Descendenten sich geltend machen. Die Form der Aggregation wird meistentheils von den hier in gleicher Weise gegebenen Grundverhältnissen abhängig sein; sie wird aber auch ihre bestimmten Beziehungen zum ganzen Stock haben, bedingt durch die Stellung des zeugenden Descendenten in dem letzteren. Obschon nun auch in dieser Hinsicht bestimmte Gesetzlichkeiten für grosse und kleinere Schöpfungen der Pflanzen- und Thierwelt offenbar werden, so ziehen sie die Erörterung dennoch zu sehr auf das spezielle, noch zu wenig ausgebeutete Gebiet, als dass darauf hier Rücksicht genommen werden könnte.

Gehen wir also davon aus, dass der Knospenkeim ursprünglich in dem Körper des zeugenden Stammes delegirt wird und sich zu entwickeln beginnt, und untersuchen das Aggregations-Verhältniss des zeugenden Stammes zur ersten Knospe oder einer Knospengruppe bei weiterer Entwickelung; so finden wir, dass in den verschiedensten Beispielen ungeschlechtlicher Knospenbildung zwei Weisen des Verhaltens wiederkehren und häufig genug an einem und demselben Individuen-Stocke angetroffen werden. ***Das gezeugte, und sich weiter entwickelnde Individuum verbleibt entweder innerhalb des Parenchyms oder der Organe des zeugenden Stammes, oder es tritt in irgend einer***

beliebigen Richtung aus dem Körper desselben hervor. Die erste Form des Aggregations-Verhältnisses nenne ich die *Intussusceptio*, die zweite die *Juxtappositio.* Als Beispiel der ersten Art kann zunächst die Knospenbildung bei Nais proboscidea dienen. Die in einem Gliede desselben sich zeigende Zellenwucherung breitet sich zwischen Leibes- und Darmwand aus; das sich neu bildende Individuum wird zwischen die Organe des Mutterthiers aufgenommen. Des Wachsthums durch Intussusceptio wurde auch bei den Pflanzen erwähnt (p. 31). Die aus dem Kambium sich bildenden Verdickungsschichten lagern sich zwischen die gefässhaltigen Theile und die epidermoidale Rindenschicht. Die Zeugung geht hier von einer zusammenhängenden Gruppe von Individuen aus, die zugleich mit ihren Bestandtheilen ein Kontinuum bilden, und die Intussusceptio geschieht in entsprechender Weise. Auch die Art und Weise, wie die Terminalknospe unter Verlängerung der Axe in den Stammtheilen und an der Wurzel (p. 19) wächst, erfolgt genau genommen ebenso. Hieher gehört ferner die, unter der Form einer Abzweigung oder Aussackung sich darstellende Knospenzeugung innerhalb der Scheibe der Medusen-Larve, wenn letztere zur ausgewachsenen Meduse sich verwandelt, und die vier Ausstrahlungen der zentralen Darmhöhle sich verzweigen. In gleicher Weise verhält sich das Wachsthum der Planarie; denn es wurde hier gezeigt, dass in einzelnen Abschnitten der ramifizirten Darmhöhle mit der nächsten Umgebung der Körpersubstanz die unmittelbare Vertretung der Art-Individualität enthalten sei (p. 51). Daraus folgt, dass unter der Form der Ramifikation des sogenannten Darms ein ungeschlechtlicher Knospenbildungsprozess, und zwar innerhalb der ursprünglich zeugenden Grundlage, vorschreite. Hierher sind endlich noch zu rechnen, der Knospenbildungsprozess bei Entwickelung des Saenuris und der Nais proboscidea im Eie, und die Bildung des Echinoderm in seiner Larve, deren genauere Kenntniss wir den unermüdlichen Forschungen *J. Müller's* verdanken. Beispiele der Knospenbildung auf dem Wege der Juxtappositio sind zahlreich und in der Wissenschaft am meisten anerkannt. So verhalten sich in ihrem Wachsthum die Axillar- und Adventiv-Knospen der Pflanzen wenigstens in ihrem ersten Hervortreten und bevor die Deszendenten zu zeugen beginnen; desgleichen die Blätter, die Kotyledonen, das Wurzelchen und die Stammknospe an dem Embryokügelchen. So sprossen bei den Polypen-Stöcken die Stolonen, der Stamm, so wie Zweige hervor; desgleichen die Scheibe der Medusen-Larve aus der zentralen Darmhöhle und die Randfäden; so wächst der ganze Süsswasser-Polyp unter der Form der Aussackung aus dem Mutterthier, desgleichen auch die Arme hervor. So setzt sich jedes Glied des Bandwurms in der Kontinuität der Längsaxe an den Kopf an; u. s. f.

Aus den angeführten Beispielen geht hervor, dass in dem letzteren Falle die sich entwickelnde Knospe den Körper des zeugenden Stammes durchbricht und so nach Aussen

hervortretend, unter der Form der Juxtapposition, die Verbindung mit dem zeugenden Stamm unterhält. Wie sich das im Speziellen darstellt, hängt von der jedesmaligen Beschaffenheit der betreffenden Individuen oder der Individuen-Gruppen ab, desgleichen von der innigeren oder mehr lockeren Verbindung der die Juxtapposition unterhaltenden Organe. Bei der Intussusceptio dagegen tritt die Verbindung des gezeugten Individuums mit dem Mutterthiere im Bereiche des letzteren ein; die Bestandtheile beider schliessen sich aneinander, sie aggregiren sich, was natürlich mit gleichzeitiger Grössen-Zunahme des Stammthieres in irgend einer Weise und Richtung erfolgen muss. Das Einzelne ist auch hier von den dargebotenen Organisations-Verhältnissen abhängig. Der Erscheinung nach giebt sich diese Knospenzeugung wie eine Differenzirung in dem Parenchym der zeugenden Grundlage zu erkennen; man wird an wirkliche Entwickelungsvorgänge im Bereiche des Stammthiers erinnert. Dass aber diese Sonderung nicht den Werth einer einfachen Entwickelungsveränderung habe, wird dadurch bewiesen, dass in dem neu aufgetretenen Theile die unmittelbare Vertretung der Art-Individualität vorliegt, wie sich aus der früheren Analyse dieser Beispiele ergeben hat. Von allen Knospenbildungen sind es diese, welche am verstecktesten auftreten und auch darum so häufig verkannt wurden. Kommen uns die Versuche nicht zu Hilfe, so hat man in einem konkreten Falle besonders auf die Wiederholung homologer Theile seine Aufmerksamkeit zu richten, und dabei auch die in der Lebensgeschichte der Art-Individualität möglicher Weise gegebenen Modifikationen in Abrechnung zu bringen. Sind wir sogar so glücklich, nachweisen zu können, dass aus der abgesonderten Grundlage die wesentlichsten Bestandtheile eines später vielleicht freiwerdenden Geschöpfes hervorgehen, dann bleibt nach meinem Ermessen keine andere Wahl als einen Zeugungsprozess zu statuiren und hiernach die Erscheinungen zu deuten.

Wiederholen sich die Zeugungsakte des Stammthiers, wobei nothwendig der ursprüngliche Vegetationspunkt verbleibt, so gilt als Regel, ***dass die aus dem letzteren hervortretenden Knospenkeime bei weiterer Entwickelung an das in der Genesis vorausgegangene Individuum sich anschliessen.*** Es bestätigt sich dieses Gesetz sowohl bei Knospenbildung mittelst Juxtappositio, als bei derjenigen mittelst Intussusceptio, mag dabei eine Generatio segregata oder consociata stattfinden. Als Beispiele können hier die Knospenbildungen bei den Bandwürmern und bei der Naide dienen; es zeigt sich indess die Erscheinung überall, wo die angegebenen Bedingungen obwalten. Das charakteristische Verhalten der beiden Formen von Knospenbildungen wird unter solchen Umständen um so auffallender. Wenn Saenuris oder Nais im Eie zu einem einfachen Individuen-Stock sich ausbildet, so sieht man allmälig die ursprünglich zeugende Entwickelungs-Grundlage (mit der bisquitförmigen Scheibe und dem keimenden Dotter) nach und nach in den Stock sich verwandeln und aufgehen. Ganz so geschieht

es in der organologischen Knospenbildung (per intussusceptionem) bei Ausbildung des Wirbelsystems in der ursprünglichen Entwickelungs-Grundlage. Die Umwandlung der Larve einer Nereide in das entwickelte Thier scheint in gleicher Weise von Statten zu gehen. *Leuckart* (a. a. O. p. 391) sagt, um jeden Vergleich der Gliederbildung bei den Anneliden mit einer wirklichen Knospenbildung, wie sie bei dem Bandwurm Statt hat, zu beseitigen, dass die Bildungsstätte der Segmente bei beiden ganz verschieden, und dass die Bildung der Glieder bei den Anneliden mit einer gleichzeitigen Metamorphose des ganzen ursprünglichen Larvenkörpers verbunden sei. Diese Bemerkung ist richtig; allein der erste Unterschied liegt eben in der Verschiedenheit der Knospenbildung mittelst Intussusceptio und Juxtappositio. Was den zweiten Unterschied betrifft, so schliesst derselbe keineswegs den ungeschlechtlichen Zeugungs- und Knospenbildungsprozess aus; er hängt mit dem frühzeitigen Auftreten des Zeugungsprozesses in der Lebensgeschichte der Art-Individualität zusammen, wobei Stamm und Descendenten dem weiteren Fortgange der Lebensgeschichte, (in Form eines Individuen-Stockes) entsprechende Veränderungen erleiden. Bei späterer Knospenbildung in einem ausgebildeten Gliede der Nais geht das Glied als zeugender Stamm ganz verloren; die Descendenten werden frei und nehmen seine Stelle ein. Das gehört zu den Abwechselungen eines jeden Fortpflanzungsprozesses. Ob die Verwandlung des polypenförmigen Medusen-Embryo zur Knospenbildung mittelst Juxtappositio oder Intussusceptio zu rechnen sei, das wird davon abhängen, welche von den, jetzt sich gegenüberstehenden Beobachtungen (p. 56 sqq.) als die richtige sich erweiset. Nach der Darstellung von *Sars* wäre es eine Knospenbildung mittelst Intussusceptio, wobei später gleichfalls die Individuen (-Stöcke) frei werden und der zeugende Stamm zugleich sich erhält. Uebrigens muss ich in letzterer Beziehung hier, so wie auch in Rücksicht auf andere Fälle wiederholen, dass man richtiger sagen würde, es erhalte sich oder verkümmere ein ganzer Individuen-Stock, in welchem das zeugende einfache Individuum verborgen liege, als dass man eine klare Einsicht über das Verhalten des einfachen Individuums selbst hätte. Ein Beispiel, in welchem das Aufgehen des Descendenten in den zeugenden Stamm in sehr komplizirter Weise dadurch ausgesprochen ist, dass gleichzeitig auch neue Vegetationspunkte in dem Descendenten auftreten, gewährt die Ausbildung der Scheibe in der Medusen-Larve unter der Form der Ramifikation der Aeste des centralen Darms.

Auf zwei Erscheinungen, die bei Wiederholung von Zeugungsakten während der Knospenbildung mittelst Intussusceptio und Juxtappositio sehr deutlich markirt sind, will ich noch besonders hinweisen. Man hebt bei der äusseren Knospenbildung (Juxtappositio) hervor, dass sie entweder in der Kontinuität der Längsaxe oder exzentrisch erfolge. Das Aggregationsverhältniss erscheint bei der ersteren unter der Form

einer Kette von Gliedern, die nach einer Richtung hinziehen; vorausgesetzt, dass die einzelnen Knospen äussere Trennungsgrenzen darbieten, was jedoch keineswegs nothwendig ist, und vielmehr von der Art und Weise des organisirten Anschlusses der einzelnen Individuen abhängt. Bei der exzentrischen Knospenbildung stellt sich die Aggregation in Form einer Ramifikation, oder strahlig dar. Für die Bildung komplizirter Individuen-Stöcke ist diese Unterscheidung von untergeordnetem Belange, da die Richtung der Apposition bei der Zeugung der Descendenten sich abändern, auch statt einer Knospenbildung durch Juxtappositio die mittelst Intussusceptio sich geltend machen kann. Aber selbst für einfache Verhältnisse darf diese Unterscheidung nicht als allgemein gültig hingestellt werden, da sie von der Auffassung einer bestimmten Axe des zeugenden Stammes abhängig ist, und diese nicht nothwendig darin enthalten zu sein braucht. Gleichwohl passt sie für viele Fälle, und ich habe nur darauf aufmerksam machen wollen, dass ähnliche Formen auch bei der Knospenbildung mittelst Intussusceptio offenbar werden. Als Beispiele dienen die Nais, die Strobila-Form der Meduse, die Planarie, die Scheibe der Meduse. Das Wachsthum der Axengebilde der Pflanzen in die Länge und Dicke ist nicht streng hieher zu rechnen, da hier nicht die Descendenten einer Linie, sondern stets abgeleitete Nachkommen in Vereinigung mit ihren Erzeugern, die zugleich absterben, die Verlängerung und Verdickung der Axe bedingen. Man überzeugt sich hierbei zugleich, dass die Knospenbildung in der Kontinuität der Axe und die exzentrische auf verschiedene Weise bei Bildung von Individuen-Stöcken ausgeprägt sein könne, deren Bedingungsverhältnisse in jedem konkreten Falle zu studiren wären. Daher als Unterschied der Knospenbildung mittelst Juxtappositio und Intussusceptio das oben Angegebene festzuhalten ist: d. h. die gezeugten Individuen verbleiben entweder bei ihrer Entwickelung innerhalb des Körpers des zeugenden Stammes, interponiren sich, oder sie treten in irgend einer bestimmten Richtung aus demselben hervor und juxtapponiren sich. In allen übrigen Stücken dagegen, die nicht unmittelbar und in nächster Beziehung mit dem bezeichneten Grundverhältnisse stehen, herrscht mutatis mutandis Uebereinstimmung. In beiden Formen von Knospenbildungen können übereinstimmende Aggregations-Verhältnisse sich offenbaren; in beiden kann der Uebergang aus einem einfachen Individuen-Stock in einen zusammengesetzten erfolgen, was namentlich bei Knospenbildung per intussusceptionem so komplizirt in der Ausbildung der Scheibe der Medusen sich zu erkennen giebt; in beiden Formen können die Stämme und Descendenten verschiedenen Grades sich im gemeinschaftlichen Bande erhalten, oder einzelne zeugende Individuen oder Individuengruppen absterben und in Folge dessen selbst interponirte Individuen in die Form der Juxtapposition übertreten, selbst ganz sich ablösen (Naiden); u. s. f.

Das zweite Phänomen bezieht sich auf das Verhalten des Keimpunktes zu dem

zeugenden Stamm und seinen Descendenten, hinsichtlich des Lagerungsverhältnisses. Bei beiden Knospenbildungen gilt, wie gesagt, als Regel, dass die neuen Descendenten sich zwischen den Vegetationspunkt und den jedes Mal vorausgegangenen Individuum hineinschieben. Dadurch wird folgende Erscheinung hervorgerufen. Die Botaniker machen darauf aufmerksam, dass das Blatt (durch Knospenbildung per juxtappos.) an seiner Basis wachse, dass der Vegetationspunkt an seiner ursprünglichen Stelle mit den Bestandtheilen des zeugenden Stammes in Verbindung bleibe, dass dagegen die Descendenten nach dem Alter von dem Stamm sich entfernen. Sie heben dieses Wachsthum gegenüber demjenigen der Terminalknospen etc. hervor, bei welchen das Keimlager sich mehr und mehr von den schon gebildeten Axentheilen entferne und nach dem Alter die aus ihm entwickelten neuen Individuen zwischenschiebe; die im Wachsthum am meisten vorgeschrittenen Theile liegen daselbst in der Nähe des ursprünglichen Stammes. Obgleich hierin eine Erscheinung zu Tage tritt, welche sich bei jeder Knospenbildung per intussusceptionem zu erkennen giebt, so kann ich dieses Beispiel nicht in Anwendung bringen, da das Wachsthum der Knospe der Länge nach nicht durch Descendenten einer Linie, sondern durch die Uebereinanderschichtung von Abkömmlingen neuer Linien zu Stande kommt. Unter den Thieren dagegen lassen sich zwei passende Beispiele der unterschiedenen Knospenbildungen leicht zusammenstellen. Der Bandwurm liefert das Beispiel einer Knospenbildung durch J u x t a p p o s i t i o, wie das Blatt. Die Verhältnisse sind auch ganz dieselben. Der V e g e t a t i o n s p u n k t hat seine u n v e r ä n d e r l i c h e L a g e am Schwanzende des sogenannten Kopfes; neue Glieder treten beständig daraus hervor; die ältesten Glieder liegen am entgegengesetzten oder Schwanzende des ganzen Individuen-Stockes. Das Beispiel von der Knospenbildung per i n t u s s u s c e p t i o n e m findet sich in der Entwickelung der Anneliden oder in der Knospenbildung eines Gliedes der Naide. Auch hier sprossen die neuen Individuen beständig aus dem Vegetationspunkt hervor und schliessen sich an die vorausgegangenen an. Allein die erste Knospe ist bereits (p. intussusc.) in den Leib des zeugenden Stammes aufgenommen; ihm folgen die neuen Descendenten nach dem Alter; und unter Verlängerung des Stammes (in diesem Falle) e n t f e r n t s i c h d a s K o p f s t ü c k mit den Organen, die die organisirte Verbindung mit der ersten Knospe eingeleitet haben, v o n d e m V e g e t a t i o n s p u n k t e. Dieses Verhalten des Keimpunktes bei den beiden Formen von Knospenbildung ist ganz c h a r a k t e r i s t i s c h und steht in genauer Uebereinstimmung mit dem ursprünglich angegebenen Unterschiede in dem Aggregations-Verhältnisse des Stammes und seiner Descendenten: in dem einen Fall soll Stamm und Descendenten inniger vereinigt, in dem anderen mehr entfernt und isolirt werden. Wir haben gesehen, dass das Eigenthümliche in dem Verhalten des Keimpunktes bei der Knospenbildung per intussusceptionem selbst unter komplizirten Zeugungsverhältnissen,

wie z. B. beim Wachsthum der Terminalknospe sich offenbart; genau dasselbe ist der Fall bei Knospenbildung per juxtappositionem, wie z. B. ein genaueres Eingehen in die Wachsthums-Verhältnisse eines Baumes lehrt. Wenn man übrigens die Knospenbildungsprozesse mit Rücksicht auf die beschriebene Erscheinung prüft, so hat man sich vorzusehen und alle Verhältnisse zu analysiren, um nicht auf scheinbare Widersprüche zu gerathen. Einen solchen scheinbaren Widerspruch kann z. B. das Wachsthum der Axillar- und Adventiv-Knospen bei den Pflanzen erwecken. Die Knospen wachsen excentrisch im Sinne der Knospenbildung p. juxtappositionem. Sobald aber die Knospe hervortritt, liegen Vegetationspunkte terminal und in den Verdickungsschichten. Diese Keimpunkte für die Knospenbildung per intussusceptionem sind sekundär an der ursprünglichen Knospe aufgetreten, die ihren Keimpunkt im Kambium des Stammes hatte und bei ihrer Entwickelung aus demselben herausgetreten war.

In Betreff des zweiten Momentes in der Frage, wie die Knospen mit dem zeugenden Stamme und untereinander bei Bildung von Individuen-Stöcken in organisirte Verbindung treten, sollten die gesetzlichen Weisen erörtert werden, unter welchen der Vereinigungsprozess zwischen zwei Individuen ausgeführt werde. Auch dieses Moment kann nur in der allgemeinsten Fassung aufgenommen werden, wenn man nicht auf die einzelnen Organisations-Verhältnisse der organischen Geschöpfe eingehen will. Man darf hier zunächst fragen, zu welcher Zeit die organisirte Verbindung eintritt? Mit Rücksicht auf unsere Erfahrungen muss die Antwort dahin lauten, dass, sobald die Knospenkeime sich individuell entwickeln, auch die organisirte Vereinigung nach Maassgabe der Umstände eingeleitet und mit der weiteren Ausbildung fortgeführt wird. Hat sich ein Keim schon individuell ausgebildet und setzt sich dann erst auf künstlichem oder natürlichem Wege in organisirte Verbindung mit dem Stamm oder einem anderen Individuum, so ist der Keim kein Knospenkeim, sondern eine Spore gewesen. Die zweite Frage bezieht sich auf das Verhalten der Organe bei der Vereinigung. Hier können sich bei der organisirten Vereinigung alle Organe oder Bestandtheile der resp. Individuen betheiligen, oder nur einzelne. Die organisirte Verbindung wird darnach inniger oder lockerer sein. Die Salpenketten, die Bandwürmer liefern Beispiele der zweiten Art; die Naiden, die Pflanzen-Stöcke, die Polypen-Stöcke, die Medusen gehören zur ersten Art. Die organisirte Vereinigung kann einen solchen Grad des innigen Anschlusses erreichen, dass man die einzelnen Individuen morphologisch nicht abzugrenzen im Stande ist. Dieser Fall tritt namentlich bei geringerer Differenzirung des Körpers der betheiligten Individuen ein; letztere scheinen dann, wie ich mich auszudrücken pflegte, gleichsam in ein Parenchym vereinigt; es sind parenchymatische Individuen. Die günstigsten Bedingungen für eine innige organisirte Vereinigung der einzelnen Individuen zeigen sich bei der Generatio consociata

und bei der Knospenbildug mittelst Intussusceptio. Auch die innigeren organisirten Verbindungen werden allmälig gelockert, wenn Individuen verkümmern, oder die Vorbereitungen zur förmlichen Ablösung getroffen werden. Bei einer jeden organisirten Verbindung müssen ferner von den betheiligten Individuen Opfer gebracht werden; d. h. zur Ausführung des Vereinigungsprozesses sind Theile von beiden Seiten für das Verbindungsstück darzureichen. Wenn also ein zeugender Stamm mit den Descendenten sich vereinigt, so muss er Theile zu diesem Behufe abgeben; er wird einen Verlust erleiden. Je mehr direkte Descendenten hervortreten, um so grösser werden die Verluste, und der zeugende Stamm kann darüber zu Grunde gehen, wenn nicht anders woher Ersatz geboten wird. Ich habe auf dieses Moment besonders hinweisen wollen, weil man in neuester Zeit aus diesen ganz natürlichen Erscheinungen, die sich allerorts beobachten lassen, einen Grund gegen das Vorhandensein einer ungeschlechtlichen Knospenbildung herleiten zu müssen glaubte. Von diesen Verlusten des zeugenden Stammes ist die Verkümmerung oder das Hinschwinden von Theilen zu unterscheiden, welches bei dem, in jedem Fortpflanzungsprozesse gegebenen Wechsel der betheiligten Faktoren einzutreten pflegt. Dort werden Bestandtheile der zeugenden Stämme geopfert, die unmittelbar beim Knospenbildungsprozesse in Anspruch genommen werden; hier schwinden früher oder später Organe und bei komplizirten Individuen-Stöcken selbst untergeordnete Individuen-Stöcke, die keine direkte Beziehung zum Knospenbildungsprozesse haben. Beim Knospenbildungsprozesse in einem Segmente der Naide scheinen direkt nur Stücke des Darms in Anspruch genommen zu werden, aber nach und nach verkümmern auch die übrigen Bestandtheile des Gliedes. Bei der Knospenbildung in den Echinodermen-Larven (Echiniden, Asterien) ist gleichfalls nur der Magen und der blinde Sack des Wassergefässsystems direkt betheiligt, später verkümmern auch die übrigen Theile.

Mit einigen Worten wird noch anderer Erscheinungen zu gedenken sein, die zur Charakterisirung des Knospenbildungsprozesses und der daraus hervorgehenden Individuen-Stöcke dem vorliegenden Abschnitte angehören möchten. Schon öfters bot sich die Gelegenheit dar, darauf hinzuweisen, dass die Knospen als Individuen oder auch als Individuen-Stöcke aus dem Verbande mit dem Hauptstock sich zuweilen freiwillig ablösen. Diese Erscheinung kann frühzeitig, kann auch später eintreten. Bei den Pflanzen führen solche Knospen den Namen „Brütknospen“; die Pflanzen-Hauptstöcke selbst werden lebendig gebärend genannt. Die Brutknospen an den Ausläufern von Epipogum Gmelini lösen sich sehr frühzeitig ab. Bei den Bandwürmern, bei Coryne finden sich in den abgelöseten Theilen schon Geschlechtsorgane vor; die von der Strobila-Meduse, von den zusammengesetzten Naiden sich ablösenden Individuen-Stöcke entwickeln erst später Geschlechtsapparate. Die freiwillige Ablösung der Knospen kann also auf

verschiedenen Stufen der Ausbildung erfolgen, obgleich sehr häufig, so namentlich auch bei den Siphonophoren-Stöcken und den Polypen, solche Theile des Stockes sich ablösen, die schon geschlechtsreif sind oder zur Geschlechtsreife sich bald entwickeln. Der Prozess der freiwilligen Ablösung kommt sowohl bei Knospenbildung mittelst Juxtappositio, als bei der mittelst Intussusceptio vor. Bei den Individuen-Stöcken, die auf die erstere Weise entstanden sind, scheint es natürlicher zu sein; hier entfernen sich die älteren Knospen durch die nachkommenden Descendenten mehr und mehr von dem zeugenden Stamm und unterhalten mit dem letzteren oft nur eine mittelbare Verbindung. Beispiele der zweiten Art liefern die Naiden, die Seeigel und Asterien unter den Echinodermen. Unter einer eigenthümlichen Modifikation zeigt sich das Freiwerden von Individuen-Stöcken, wenn zugleich der übrige Theil des Haupt-Stockes ganz oder theilweise verkümmert; so gehen die sogenannten proliferirenden Individuen der Coryne, die Echinodermen-Larven der Seeigel und Asterien zu Grunde, während die Descendenten frei werden. Es liegt zu Tage, dass diese freiwillige Ablösung von mehr oder weniger ausgebildeten Individuen oder Individuen-Stöcken keinen unmittelbaren Zeugungsakt involvirt; sie ist vielmehr mit einem Geburtsakt zu vergleichen.

Die Ablösung einzelner Theile eines Haupt-Individuen-Stockes, wenn die sich trennenden Theile gleichzeitig fortleben, stellt sich unter der Form der Theilung eines organischen Geschöpfes dar, und viele, wenn nicht alle, Beispiele von der sogenannten Fortpflanzung durch Theilung beziehen sich auf das besprochene Phänomen. Die Ablösung oder Theilung richtet sich nach den Aggregations-Verhältnissen des Individuen-Stockes; sie kann als Längs-, als Quer-Theilung u. s. w. aufgefasst werden. Die aus Knospenzeugung hervorgegangenen Individuen-Stöcke lassen sich auch künstlich theilen, und wir haben gesehen, dass auf diesem Wege ein Mittel gewonnen wird, im konkreten Falle von dem Vorhandensein eines Individuen-Stockes sich zu überzeugen. Die Richtungen, in welchen die künstlichen Theilungen gelingen, sind ebenso, wie bei den freiwilligen Theilungen, durch das Aggregations-Verhältniss im Individuen-Stock bestimmt. Wo, wie in dem Darm der Süsswasser-Polypen oder in den Planarien, in den verschiedensten Richtungen Theile gegeben sind, in welchen die unmittelbare Vertretung der Art-Individualität enthalten ist, da wird auch die künstliche Theilung in den verschiedensten Richtungen möglich. Wie die freiwillig abgelöseten Knospen sich weiter fortentwickeln, wieder Knospen treiben und die Lebensgeschichte ihrer Art-Individualität zum Endziele ausführen, so auch die künstlich abgetrennten Stücke; und, wie ferner häufig der zurückbleibende Stamm sich ergänzt, und neue Knospen treibt etc., so thut es auch das zurückbleibende Stammstück, von dem ein Theil künstlich entfernt ist. Man hat diese Erscheinung die Regeneration genannt. Mit den Regenerations-Er-

scheinungen im Bereiche der Organe ist sie auch augenscheinlich verwandt, und diese Verwandtschaft mag die Ursache gewesen sein, dass man auf die wichtigen Unterschiede geringeres Gewicht legte und die Natur der Individuen - Stöcke lange verkannte. Die Verwandtschaft liegt darin, dass die Regeneration im Bereiche von solchen Organen oder deren Bestandtheilen angetroffen wird, in welchen gewöhnlich die Natur eines Organ-Stockes nicht zu verkennen ist. Eine Uebereinstimmung liegt auch darin, dass die Regeneration in beiden Fällen unter das Prinzip einer Einheit gestellt erscheint, unter deren Einfluss die Lücke im System sich ergänzt. Allein die Unterschiede treten bei näherer Analyse leicht hervor. Bei Regeneration im Bereiche eines Individuums ergänzt sich das letztere selbst, und nicht das abgetrennte Stück; dieses hängt genau mit dem systematischen Charakter eines einfachen Individuums zusammen. Bei den Individuen - Stöcken können sich alle künstlich losgetrennten Stücke und auch das übriggebliebene Thier oder die Pflanze selbst regeneriren; und auch dieses liegt im Charakter eines Individuen-Stockes. Darum sind Theilungsversuche, wenn sie gelingen, so entscheidend für die Bestimmung eines Individuen-Stockes. Das Prinzip der Einheit ferner, unter welchem die Regeneration wirkend gedacht wird, ist bei der Ergänzung von Organen das einfache Individuum, bei Ergänzung getrennter Theile eines Stockes dagegen die Art-Individualität, in welcher jeder unmittelbare Vertreter (die Individuen etc.) die Fähigkeit hat, den Plan der Lebensgeschichte durchzuführen, und diese Fähigkeit nach natürlicher oder künstlicher Befreiung zum Effekt bringt.

Ich schliesse den vorliegenden Abschnitt mit der vollen Ueberzeugung, dass noch manche Lücke auszufüllen sein wird, und dass trotz aller angewandten Vorsicht selbst Fehltritte auf einem so wenig geebneten Felde und bei so mangelhaften empirischen Grundlagen nicht zu vermeiden gewesen sind. Allein, je genauer ich nach vorliegenden Beobachtungen auf die Bildungserscheinungen der verschiedenartigsten und selbst schon anerkannten Individuen-Stöcke einzugehen vermochte: desto mehr gewann ich die Ueberzeugung, dass die erörterten Grund - Gesetzlichkeiten überall im Wesentlichen wiederkehren, desto klarer gestaltete sich manches zuvor Räthselhafte, desto übersichtlicher wurden mir eine grosse Summe von Erscheinungen und Schöpfungen in der organischen Natur. In grossen Gruppen der Thier- und Pflanzen-Welt lassen sich bei Bildung der Individuen-Stöcke noch andere, sehr bestimmte Gesetzlichkeiten auffinden; die letzten Hebel jedoch, wodurch der Bau in Ausführung gebracht wird, sind die angegebenen, die nur in abwechselnder und spezieller Weise in Bewegung gesetzt werden. Wenn so die aus consequentem Verfolge der Erscheinungen gewonnenen Resultate sich diejenige Stütze verschafft haben, die sie brauchen, um auf Wahrheit Anspruch zu haben; so mag es zweckmässig erscheinen, zur Uebersicht die wichtigsten Momente einer Lehre hervor-

zuheben, die erst in jüngster Zeit ihre Wurzeln getrieben, die aber, wie ich glaube, auf ein unabsehbares und fruchtbares Gebiet ihre gesunden Keime ausgestreut hat.

1. Die Lehre von den Individuen-Stöcken kann keinen Schritt vorwärts machen, wenn man nicht zuvor über den Begriff des Individuums sich verständigt, und dasselbe im konkreten Falle wenigstens annähernd zu bestimmen im Stande gewesen ist.

2. Die Lehre von den Individuen-Stöcken steht und fällt mit der Lehre von der ungeschlechtlichen Fortpflanzung mittelst Knospen, und umgekehrt. Haben wir einen ächten Individuen-Stock vor uns, so muss vorausgesetzt werden, dass er durch ungeschlechtliche Knospenzeugung entstanden sei. Unsere Aufgabe ist dann zu untersuchen, wie er auf diesem Wege sich gebildet habe. - Es giebt auch Individuen-Stöcke, die unabhängig von Knospenzeugung entstehen; sie unterscheiden sich aber, wie gezeigt wurde, von den ächten Individuen-Stöcken (p. 100). Wo ferner eine Knospenzeugung vor sich geht, da ist in allen Fällen die Bildung von Individuen-Stöcken eine nothwendige Folge, und aus der Art und Weise, wie dieses geschieht, sind die gesetzlichen Vorgänge im Allgemeinen und im Speziellen abzuleiten.

3. Zur Bestimmung, ob im konkreten Falle ein Individuen-Stock vorliege, dienen: das Experiment, die Wiederholung homologer Bestandtheile nach Abrechnung dessen, was als Abänderung wegen des gemeinschaftlichen Lebensverbandes der Individuen oder wegen des Fortganges der Entwickelungsreihe in der Lebensgeschichte jeder Art-Individualität sich ergiebt, und endlich die Genesis. Ein Individuum wird gezeugt, ein Organ wird entwickelt; beide Prozesse sind wesentlich unterschieden, und keine Bildungsveränderung kann beides zugleich sein.

4. Die allgemein gültigen Gesetzlichkeiten, nach welchen der Knospenzeugungsprozess vorschreitet, sind, so weit die Uebersicht gestattet ist, im Ganzen einfach. Es giebt eine Generatio segregata und consociata, eine einfache und mehr oder weniger komplizirte Knospenzeugung durch die Descendenten, eine Generatio per juxtappositionem und eine per intussusceptionem. Die Vereinigung der Individuen durch den Knospenbildungsprozess kann lockerer, kann inniger, selbst parenchymatisch sein; u. s. w.

5. Jeder Individuen-Stock repräsentirt in seinem Leben einen längeren oder kürzeren Zeit-Abschnitt aus der Lebensgeschichte einer Art-Individualität.

6, Die Individuen-Stöcke sind in den meisten Fällen nicht die Produkte einer einzigen bestimmten Weise, in welcher die Knospenzeugung vor sich gehen kann, sondern mehrerer, die selbst in verschiedenen Richtungen die Aggregation der Individuen-Stöcke herbeiführen. Wenn der Baum aus dem Embryokügelchen hervorwächst, so entstehen Plumula, Radicula und Cotyledonen durch Knospenbildung mittelst Juxtappositio nach verschiedenen Richtungen; die Zeugung ist vielleicht eine Generatio segregata.

Stamm und Wurzel wachsen dann fort durch Knospenzeugung mittelst Intussusceptio in zwei Richtungen: in die Länge und in die Dicke; und in komplizirter Weise durch Descendenten-Zeugung. Auch ist die Zeugung, wenigstens in den Verdickungsschichten, sicher eine Gen. consociata. Gleichzeitig treten am Stamm Blätter, Axillar- und Adventivknospen hervor. Die Zeugung erfolgt hier: exzentrisch mit Rücksicht auf die Axengebilde, und durch Juxtappositio. In den Axillar- und Adventiv-Knospen zeigt sich gleich wieder eine Knospenzeugung mittelst Intussusceptio, wie am Stamm, u. s. f. Die Medusen-Larve entsteht zuerst durch Generatio consociata mittelst Juxtappositio als Aussackung aus einem polypenförmigen Thiere; in Voraussetzung, dass der Prozess ähnlich wie bei Coryne vor sich geht. Der sich bildende Theil ist der centrale Darmtheil. Dann wächst daraus in ähnlicher Weise die Scheibe hervor, und diese wieder bildet in der Richtung der Radien, durch Knospenzeugung mittelst Juxtappositio, die freien Randfäden, in welchen die Knospen im Längstypus sich aneinander reihen. Das im strahligen Typus so aufgebaute Aggregatsystem bildet sich weiterhin zur erwachsenen Meduse aus. Hier zeigt sich dann in der Scheibe eine komplizirte Knospenzeugung mittelst Intussusceptio im ramifizirten Typus, und später entstehen durch Knospenbildung mittelst Juxtappositio und exradial die Fangarme etc.

7. Beim Aufbau von Individuen-Stöcken betheiligen sich oft auch abgestorbene Individuen (Polypen; Pflanzen).

8. Es liegen bereits zahlreiche Thatsachen vor, die uns übersehen lassen, dass die Natur, abgesehen von den einzelligen Wesen, im Bereiche der Pflanzen- und in einem grossen Theile der Thierwelt (Polypen, Akalephen, Echinodermen*) Würmer etc.) durch

---

*) Ich habe die Echinodermen gleichfalls zu den Individuen-Stöcken gerechnet, und glaube, dass die, besonders durch *J. Müller's* Bemühungen zu Tage geförderten glänzenden Resultate über die Entwickelung dieser Thiere, zu dieser Annahme berechtigen. Es fehlt allerdings zur klaren Uebersicht noch die genauere Begrenzung desjenigen Theiles in diesen Thieren, z. B. in den eigentlichen Seesternen, der das wirklich einfache Individuum darstelle; selbst die Arme scheinen noch zusammengesetzt zu sein. Auch ist uns die Natur der Echinodermen-Larven mit Rücksicht auf die Frage, ob sie einfache Individuen oder Stöcke seien, nicht genügend verständlich. Ein einfacher Entwickelungsprozess lässt sich aus den Erscheinungen bei der Metamorphose der Seeigel, der meisten Seesterne unter keinen Umständen nachweisen; es kann selbst die Frage sein, ob die Ausbildung der Holothurien, der Crinoiden, des Asteracanthion Mülleri, der Ophiuren so gedeutet werden dürfen. Zu einem einfachen Entwickelungsprozesse gehört, dass der entwickelte Zustand als Differenzirung an dem vorausgegangenen sich zu erkennen gebe, dass der erstere mit seinen wesentlichen Bestandtheilen unter einer gewissen Abänderung in den letztern auf- und übergegangen sei. Zugleich müssen keine Zweifel darüber obwalten, dass der sich entwickelnde Körper ein einfaches Individuum darstelle; denn auch bei Umwandlung eines Individuen-Stockes in einen anderen kann sich die Erscheinung herausstellen, als ob der eine Zustand nur mit einer Abänderung in den folgenden übergehe, namentlich aber bei Knospenzeugung mittelst Intussusceptio. Dass bei der Verwandlung der Echinodermen-Larven in das Echinoderm ein Knospenzeugungsprozess vorliege, hat in Betreff der Seeigel und Asterien *J. Müller* hervorgehoben. Selbst die Art und Weise, wie die Tentakel-Rosette (auch bei den Holothurien) sich bildet, involvirt den Knospenzeugungsprozess; ebenso die Bildung des Haftorganes bei Asteracanthion Mülleri, des Fusses bei den Crinoiden. Die weitere Frage kann daher nur die sein, ob man es mit einem organologischen oder ungeschlechtlichen Knospenzeugungsprozesse zu thun habe. Im ersten Falle hätte man eine Entwickelung mit Metamorphose, wie etwa bei den Fröschen. Es können dabei Theile des sich entwickelnden Körpers absterben oder auch zum Theil stehen bleiben,

Bildung von Individuen-Stöcken ihre Schöpfungen unter den Vertretern der Art-Individualitäten verwirklicht. Grade, wo eine geringere Differenzirung in der Organisation des einfachen Individuums vorhanden ist, wird die Mannigfaltigkeit und Abwechselung in Form und Lebensweise der Art-Individualitäten durch Aufbau von Individuen-Stöcken erzielt. Mit Sicherheit tritt das einfache Individuum als isolirter selbstständiger Träger der Lebensgeschichte der Art-Individualitäten bei den Wirbelthieren auf. Allein auch hier zeigt sich wiederum, dass die organologische Knospenzeugung zur Ausprägung einer grossen Mannigfaltigkeit von Formen verwendet wird.

9. Das, was man morphologischen Typus (strahligen Typus, Längentypus etc.) einer Gruppe von organischen Schöpfungen nennt, ist hauptsächlich das Produkt eines ungeschlechtlichen Knospenzeugungsprozesses, und bezieht sich auf die Form eines einfachen oder mehr oder weniger komplizirten und nach bestimmten Gesetzen aufgebauten Individuen-Stockes. Selbst die typischen Erscheinungen im Bereiche der Wirbelthiere haben Anhaltspunkte im Bereiche ihrer Organ-Stöcke.

---

während neue Organe hervorsprossen. Der Austausch des Kiemenapparates und Lungensystems bei den nackten Amphibien liefern Beispiele für diese Abwechselungen. Auch das Verhalten der Wolff'schen Körper zu den später sich bildenden Nieren und Geschlechtsorganen bei höheren Thieren kann berücksichtigt werden; desgleichen die Metamorphose des Frosches im Bereiche des Wirbelsystems. Hier überall aber bleiben die wesentlichsten Bestandtheile bei der Veränderung erhalten; der Grundtypus des Thieres trägt sich aus einem Zustande unmittelbar in den anderen hinüber. Bei der Verwandlung der Echinodermen-Larven unter den Seeigeln und Seesternen geht der grösste Theil des ganzen Körpers verloren; ja, es ist noch zweifelhaft, ob überhaupt irgend ein Theil in das Echinoderm hinübergenommen wird. Zwar lagert sich die Bildungsmasse der Scheibe um den Magen, ähnlich der Knospenbildung in dem Segmente einer Nais; doch könnte leicht, wie bei der letzteren, nur die Höhle, nicht die Wandung selbst bei der Ausbildung des Darms in das Echinoderm verwendet werden. Ausserdem ist die Larve bilateral, das Echinoderm von strahligem Typus mit einer verschieden gelegenen Mund- und Afteröffnung. Unter solchen Umständen sind wahrlich die Schwierigkeiten zu gross, um an eine einfache Entwickelungsverwandlung zu denken, selbst wenn die durchgreifendsten Metamorphosen und organologischen Knospenbildungsprozesse zu Hilfe genommen werden. Das Echinoderm wird, sagt *J. Müller*, in dem Pluteus, wie das Gemälde auf seinem Gestell, eine Stickerei in einem Stickrahmen ausgeführt; so zeigt sich im Beginn eine Knospenzeugung per intussusceptionem. Ist die Nothwendigkeit der Annahme eines ungeschlechtlichen Knospenzeugungsprozesses bei den Seeigeln und Asterien nicht zu verkennen, so ist bei der grossen Uebereinstimmung der Echinodermen-Larven die Bahn zu einer Reihe von Folgerungen eröffnet, die auch auf die Auffassung der Metamorphose bei den Holothurien, desgleichen bei den übrigen Echinodermen zurückwirken müssen. Was mich betrifft, so habe ich nicht allein die Ueberzeugung, dass die Echinodermen komplizirte Individuen-Stöcke sind, sondern ich hege sogar die Hoffnung, dass ihre Bildungsgeschichte durch die Mannigfaltigkeit der Abwechselungen in den verschiedenen Gruppen zu einem der lehrreichsten Kapitel über die Bildung der Individuen-Stöcke und deren Verwandlungen sich gestalten werde. Ein grosses Interesse liegt auch besonders darin, dass die morphologischen Verhältnisse des Stammthieres (Echinodermen-Larven) und des Descendenten so auffallend von einander abweichen, so dass, wenn man den ursprünglichen Begriff der Metamorphose erweitern wollte, hier wirklich gesagt werden könnte, es liege eine ungeschlechtliche Knospenzeugung mit Metamorphose vor.

Der ungeschlechtliche Fortpflanzungsprocess nach anderweitigen, hervorstechenden Eigenschaften.

Die Phänomene, welche ich im vorliegenden Abschnitte in Kürze besprechen will, haben sich einer fast vorzugsweisen Beachtung von Seiten der Naturforscher zu erfreuen gehabt. Sie treten auch in der That öfters in der auffallendsten Weise hervor und werden selbst konstant angetroffen. Dennoch habe ich sie unter die charakteristischen Momente des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesses nicht aufnehmen zu müssen geglaubt, weil sie entweder auch dem geschleohtlich differenzirten Zeugungsprozesse zukommen, oder sekundär aus den unveräusserlichen Beziehungen des Prozesses selbst zur Lebensgeschichte der Art-Individualität abzuleiten sind. Es ist daher meine Absicht, mit besonderer Beziehung auf die bezeichneten Punkte die Erörterung derselben zu unternehmen.

Zu den Phänomenen, welche der ungeschlechtliche Fortpflanzungsprozess mit dem geschlechtlichen gemein hat, rechne ich: *die Vermehrung, den Wechsel, der beim Fortpflanzungsprozesse betheiligten Faktoren, und die Erhaltung derjenigen Einheit, in welcher der Fortpflanzungsprozess sich bewegt.*

Das Phänomen der Vermehrung ist bald eine unausbleibliche Mitgabe eines jeden Zeugungsprozesses, bald die nothwendige Folge gewisser, unter Umständen eintretender Verhältnisse. Wenn ein Wesen zeugt, so tritt zu dem Erzeuger das Zeugungs-Produkt hinzu. Da die zeugenden Wesen Repräsentanten einer bestimmten Einheit sind, mag dieselbe Art, oder Art-Individualität, oder Individuum, oder Organ heissen; so ergiebt sich, dass ein jeder Zeugungsprozess eine Vermehrung der Vertreter jener Einheit involvirt, zu welcher das zeugende Wesen gerechnet werden muss. Ob diese Vermehrung von dauernder Wirkung für die Einheit sei, hängt von besonderen Umständen ab, nicht bloss von äusseren, auch, so zu sagen, von inneren. Stirbt das zeugende Wesen, — und dieses ist sein konstantes Schicksal, – und hat nur ein Zeugungsprodukt delegirt, so werden die Vertreter der Einheit nur vorübergehend, nicht dauernd vermehrt. Fälle der Art sind denkbar; sie finden sich auch in der Natur vor, wie das schon berührte Beispiel (p. 78) von dem infusorienartigen Embryo der Trematoden beweiset. Gewöhnlich entwickelt jedoch die Natur bei den Zeugungsprozessen einen grossen Reichthum; sie ist äusserst sparsam nur mit den Mitteln, durch welche sie Prozesse in Bewegung setzt; sie entfaltet aber eine unglaubliche Fülle und achtet nicht auf das Mislingen vereinzelter, selbst zahlreicher Fälle, wo es darauf ankommt, ein Prinzip zu wahren, bei dessen Durchführung zerstörende Elemente unvermeidlich mitgegeben sind. Man kann es

als allgemeine Regel betrachten, dass der Zeugungsprozess bei jeder Fortpflanzung sich mehrere und viele Male wiederhole, und dass demnach statt des Erzeugers eine grössere oder kleinere Summe von Descendenten dargeboten werde. Wo in dem ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesse eine Generatio consociata stattfindet, wie z. B. bei dem Wachsthum der Pflanzen durch Verdickungsschichten, da scheint die Menge der in Gesellschaft zeugenden Wesen einen theilweisen Ersatz für die öftere Wiederholung der Zeugungsakte in direkter Linie zu liefern. Die Vermehrung ist also hier erst die Folge eines öfter wiederholten Zeugungsaktes. Vergleicht man in dieser Beziehung den ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozess mit dem geschlechtlichen, so lässt sich übrigens nicht behaupten, dass die Zeugung in direkter Linie bei dem ersteren häufiger wiederkehre; im Gegentheil möchte ein Blick auf die Fruchtbarkeit der Fische die entgegengesetzte Behauptung rechtfertigen können. Wenn man jedoch von der, durch die ungeschlechtliche Zeugung und Fortpflanzung herbeigeführten Vermehrung von Individuen spricht, so hat man weniger den in seinen eigenen Grenzen sich bewegenden Prozess im Auge, als vielmehr seine entferntere Beziehung zur Fortpflanzung in der Art oder Spezies. Hier unterliegt es nun keinem Zweifel, dass bei öfterer Wiederholung der ungeschlechtlichen Zeugungsakte die Zahl derjenigen Glieder einer Art-Individualität vermehrt werden müsse, durch die der Gattungsprozess in der Art unterhalten wird. Wo die Lebensgeschichte einer Art-Individualität an einem und demselben Substrate durchgeführt wird, da geht aus einem befruchteten Eie nur ein geschlechtlich differenzirtes Individuum hervor. Bei vorhandener ungeschlechtlicher Zeugung können aus einem einzigen befruchteten Eie eine grosse, ja unbeschränkte Zahl (Pflanzen etc.) geschlechtlich differenzirter Endglieder entwickelt werden. So liegt zu Tage, dass die Repräsentanten der Art oder Spezies, bei vorhandener ungeschlechtlicher Zeugung in der Lebensgeschichte der Art-Individualität, in gewissen Fällen stärker vermehrt werden können, als wenn der ungeschlechtliche Zeugungsprozess fehlt.

Es ist ferner eine allgemeine Erscheinung des Fortpflanzungsprozesses, dass dasjenige, was gezeugt oder sein Zeugungsgeschäft beendet hat, langsamer oder schneller untergeht und seine Stelle den Descendenten einräumt. Diese Erscheinung wird der Wechsel der beim Fortpflanzungsprozesse betheiligten Faktoren genannt. Wie die Vermehrung, so ist auch vorliegender Wechsel in nothwendiger Beziehung zu der Einheit zu denken, die im Fortpflanzungsprozesse begriffen ist. Bei dem geschlechtlichen Fortpflanzungsprozesse wechseln in Folge eines eingetretenen Zeugungsaktes die Zustände, oder Glieder, oder Vertreter der Art; beim ungeschlechtlichen die Vertreter der Art-Individualität. Der Wechsel im geschlechtlichen Fortpflanzungsprozesse ist eine Thatsache, die sich nicht weiter erklären lässt, die aber konstant angetroffen wird. Wenn die Erzeuger

mehre Male zeugen, so findet ein Wechsel mit mehreren Nachkommen Statt, und zugleich ist Vermehrung gegeben. Der Untergang der Erzeuger erfolgt schneller oder langsamer. Die mit geschlechtlicher Differenz zeugenden Wesen bleiben wenigstens so lange am Leben, bis (in einem Akte der Brutpflege) die Keime in Freiheit gesetzt und zur Vollbringung des Befruchtungsaktes einander genähert sind. In vielen Fällen erhält sich die Lebensdauer auf eine längere Zeit, begleitet von Aeusserungen der Brutpflege, die sich auf die neu auftretenden Individuen und selbst deren Descendenten beziehen. Eine auffallende Erscheinung beim geschlechtlichen Fortpflanzungsprozesse ist noch die, dass, wie z. B. bei den Bienen, neben den eigentlichen Trägern des Gattungsprozesses (Drohnen, Bienenkönigin) noch sterile weibliche Arbeiter auftreten, die mit der Fütterung der Brut betraut sind, und nach Erfüllung ihrer Aufgabe, ohne gezeugt zu haben, ebenso hinsterben, wie die Erzeuger selbst.

Bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung kehren im Wesentlichen dieselben Erscheinungen wieder, nur modifizirt durch die abweichenden Verhältnisse. *Steenstrup* charakterisirte dieselben grade dadurch, dass die zeugenden Ammen, Grossammen etc. jedes Mal beim Auftreten neuer Brut zu Grunde gehen. Wer darf es verkennen, dass dieser Wechsel im ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesse nicht selten in sehr auffallender Weise sich offenbart? In der Lebensgeschichte der Trematoden zeigt sich, dass mit dem Freiwerden jeder ungeschlechtlich gezeugten Brut auch jedes Mal der zeugende Stamm untergeht. Beim Wachsthum der Pflanzen, durch Verdickungsschichten und in der Längsaxe der Axengebilde, verholzen und verkorken die jedes Mal zeugenden Individuengruppen unter der gleichzeitigen Ausbildung des neuen Zuwachses. Ebenso verkümmert allmälig das zeugende Glied der Nais, die Echinodermen-Larven der Seeigel, Asterien, u. s. w. Sehr deutlich tritt ein solcher Wechsel stets bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung mittelst Sporen hervor. Die Frucht der Moose liefert ferner ein Beispiel von frühzeitiger Verkümmerung des zeugenden Stammes; in den Zerkarien-Ammen dagegen geht zuweilen selbst die Verpuppung der Zerkarien vor sich. Bei Knospenbildungsprozessen erfolgt das Absterben der zeugenden Individuen gewöhnlich erst spät, wenn die Knospen schon eine gewisse Reife erlangt haben.

Obgleich indessen in manchen Fällen der, auch beim ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesse eintretende Wechsel der betheiligten Faktoren unverkennbar ist, so geschieht dieses doch sehr häufig in so eigenthümlicher Weise, dass die nothwendige Beziehung zu dem Prozesse selbst in Frage gestellt werden könnte. Wenn die geschlechtsreife Naide nach vollbrachtem Zeugungsgeschäft hinstirbt, so gehen mit ihr nicht allein die Glieder unter, in welchen Zeugungsorgane liegen, sondern auch die ungeschlechtlichen Glieder, die nicht gezeugt haben. Mit der Frucht der Moose, mit dem

Farrnwedel welken nicht blos die Sporangien und knospentreibenden Individuen, sondern auch solche Theile hin, die sich nicht weiter fortgepflanzt haben. Mit dem Verholzen und Verkorken der Verdickungsschichten eines Baumes verkümmern zugleich die Blätter, die keine Knospen gezeugt haben. Mit dem Absterben der geschlechtsreifen Medusen-Individuen-Stöcke gehen auch eine Summe von ungeschlechtlichen Individuen unter, obgleich sie sich bei keinem Zeugungsprozesse direkt betheiligt haben; u. s. f. Wenn man daher auch füglich von solchen Fällen hier absehen kann, in denen auch äussere Verhältnisse auf den Untergang von Geschöpfen hinwirken, so lehren doch sehr viele Beispiele, dass bei Ausführung des ungeschlechtlichen, wie des geschlechtlichen Zeugungsprozesses, nicht allein derjenigen Individuen, welche bei dem Prozesse selbst direkt betheiligt gewesen sind, sondern zugleich auch eine grössere oder kleinere Summe steriler Individuen untergehen. Alle diese Beispiele beziehen sich jedoch auf Individuen-Stöcke; sie sprechen nicht gegen die allgemeine Regel; sie beweisen vielmehr, dass dieselbe hier in einer grösseren Ausdehnung zur Geltung gelangt. Die Verhältnisse sind denen im Bienen-Staate vergleichbar. Es werden bei der Bildung eines Individuen-Stockes nicht allein solche Individuen gezeugt, die mit der weiteren Fortführung der Lebensgeschichte der Art-Individualität betraut sind, und zu diesem Behufe auf ungeschlechtlichem oder geschlechtlich differenzirtem Wege von Neuem zeugen, sondern auch solche, die zur Unterstützung den ersteren beigegeben sind und mit ihnen den Untergang theilen, auch wenn sie nicht gezeugt haben.

Auf der anderen Seite beobachtet man, dass die Süsswasser-Polypen einen Polypen nach dem anderen zeugen, ohne dabei unterzugehen; dass bei allen komplizirten Individuen-Stöcken nicht selten, wie es scheint, Stamm und Descendenten erster, zweiter etc. Linie gemeinschaftlich am Leben bleiben (Medusen, Polypen etc.), dass bei den Chrysaoren nicht allein die ungeschlechtlich produzirten und sich ablösenden Nachkommen, sondern auch die knospenden Larven selbst in das ausgebildete Thier sich verwandeln. *M. Schultze* hatte gegen die von *Steenstrup* beim Generationswechsel aufgestellte Regel angeführt, dass bei den Naiden gleichfalls der Stamm und die Jungen mit Geschlechtsorganen sich versehen. Bei näherer Prüfung der angeführten Beispiele zeigt sich, dass dieselben keineswegs die Reinheit besitzen, um sie gegen die allgemeine Regel herbeiziehen zu können. Wir sprechen von ungeschlechtlichen oder geschlechtlichen Individuen, und haben Individuen-Stöcke vor uns, in denen entweder alle Individuen ungeschlechtlich sind, oder ein Theil ungeschlechtlich, ein anderer geschlechtlich differenzirt. Prüft man die Beispiele näher, so zeigt sich bei den Naiden, deren einfache Individuen leichter zu unterscheiden sind, dass die ungeschlechtlich zeugenden Individuen wirklich untergegangen, dass dagegen andere Individuen des Stockes sich weiter ausbilden und später mit ge-

schlechtlicher Differenz zeugen. Desgleichen ist leicht zu übersehen, dass beim Hervorsprossen der jungen Süsswasser-Polypen der eigentlich zeugende Theil des Stammthieres, in welchem wirklich einfache Individuen in parenchymatischer Verbindung untereinander enthalten sind, gleichfalls verloren geht. Ebendasselbe lässt sich von den Knospenzeugungen bei Ausbildung des Medusen-Stockes, und, wie ich glaube, auch von denen bei den Chrysaoren behaupten. Ich vermag in diesen Beispielen keinen Widerspruch zu finden; ich sehe darin vielmehr ein eigenthümliches Verhalten der Individuen in einem Individuen-Stocke, das ohne Zweifel mit der speziellen Bildung und dem Leben des Stockes im innigen Zusammenhange steht, das aber sogar weniger auffallend ist, als das Hinsterben steriler Individuen; hier sehen wir den Wechsel im Fortpflanzungsleben über seine ursprünglichen Grenzen hinausgehen, dort verbleibt er in denselben, und die nicht zeugenden Individuen können späterhin ungeschlechtlich oder geschlechtlich differenzirt zeugen. Ein näheres Eingehen auf dieses verschiedene Verhalten gehört zum speziellen Studium der Individuen-Stöcke. Von den Beispielen übrigens, in welchen das längere Fortbestehen des eigentlich zeugenden Individuums nur scheinbar ist, sind solche zu unterscheiden, in denen dasselbe mit öfterer Wiederholung von Zeugungsakten verbunden wird, und also die Zeugungskraft nicht sobald sich erschöpft, wie etwa im Kopfe des Bandwurms. Erst nach beendetem Zeugungsgeschäft tritt überall die Periode der Dekrepidität ein.

Unter der Vermehrung und dem Wechsel der Glieder einer im Fortpflanzungsprozesse begriffenen Einheit ist letztere selbst in ihrer Existenz gesichert. In dem Begriffe eines jeden Zeugungsprozesses liegt es, dass sich das Wesen des Erzeugers auf das Zeugungsprodukt vererbt; dadurch gelangen wir zur Vorstellung von der Fortpflanzung und zu dem nothwendigen Begriffe einer Einheit, die im Prozesse selbst in einer bestimmten Bewegung gedacht wird. In der teleologischen Paraphrase sagt man: der geschlechtliche Gattungsprozess diene der Erhaltung der Art oder Spezies. Durch den organologischen Zeugungs- und Fortpflanzungsprozess wird ebenso das Individuum, durch den ungeschlechtlichen Sporen- und Knospenbildungsprozess dagegen die Art-Individualität erhalten. Das ist die wahrheitsmässige Unterlage in dem Verjüngungs- und Mauserungs-Prozess neuerer Forscher (*C. H. Schultz*; *A. Braun*); allein dieselbe muss in nothwendiger Beziehung zu den Fortpflanzungs-Einheiten gedacht werden, wenn sie richtig gewürdigt werden soll. Zugleich wird es offenbar, dass die Fortpflanzungserscheinungen im Bereiche des Individuums unabweislich von der Lebensgeschichte der Art-Individualität, und die im Bereiche der letzteren von der Lebensgeschichte der Spezies abhängig sind. Die Verjüngungserscheinungen im Bereiche der Individuen verändern sich mit dem Charakter der Glieder in der Entwickelungsreihe der Art-Individua-

-lität; in frühen Lebensperioden geben sie sich mehr in Bildung und Entwickelung von Organ-Stöcken, in der Dekrepiditäts-Periode nur noch als Regeneration entfernter Bestandtheile der Individuen zu erkennen; endlich erreicht auch dieses sein nothwendiges Ende. Die Verjüngungserscheinungen im Bereiche der Art-Individualität werden durch ungeschlechtliche Fortpflanzung herbeigeführt. Sie offenbaren sich in dem Auftreten neuer ungeschlechtlicher Individuen (frei oder in Form von Stöcken) an Stelle von untergegangenen. Der Charakter der Erscheinungen ändert sich mit Rücksicht auf die Lebensgeschichte der Art-Ind. und Art. Die Verjüngung nimmt auch allmälig ab, und die Tendenz zum Uebergange in den Gattungsprozess macht sich geltend.

Von den Erscheinungen, die sich auf die Erhaltung der Art-Individualität durch den ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozess beziehen, wünsche ich hier besonders zwei hervorzuheben. Schon erwähnt wurde die bekannte Erfahrung, dass die Varietäten der Pflanzen allein sicher durch Vermittelung des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesses sich erhalten lassen. Hierher ist auch zu rechnen die bekannte Beobachtung, dass alle Individuen oder Individuen-Stöcke, Thiere oder Pflanzen, die durch Knospen- oder Sporenbildung aus einem einzigen befruchteten Eie hervorgehen, durch ausserordentlich grosse Aehnlichkeit sich auszeichnen. Die Erhaltung der Art-Individualität durch den ungeschlechtlichen Knospenbildungsprozess geht aber noch weiter. Wir haben gesehen, dass in den Individuen-Stöcken nicht selten nur einzelne Individuen die Lebensgeschichte der Art-Individualität zu ihrem Endziele fortführen und in den geschlechtlichen Gattungsprozess übertreten, dass andere dagegen sich erhalten und ungeschlechtlich zu zeugen fortfahren. Dieser Prozess kann sich endlos wiederholen, und so die Art-Individualität auf eine unbeschränkte Zeitdauer erhalten werden, unbeschadet der Tendenz, immer von Neuem mit einzelnen Individuen in den Gattungsprozess einzugehen; so verhalten sich viele Pflanzen, auch die Polypen etc. Die menschliche Kunst hat diese Eigenschaft der Individuen-Stöcke vielfach in Anspruch genommen und sichert sich durch Verpflanzung von Setzlingen, durch Oculiren u. s. w. die Erhaltung der Art-Individualität in Tausenden von Exemplaren, die alle von einem einzigen befruchteten Eie abstammen und weit über die Erde sich verbreiten. Auch die Natur schafft sich Wälder aus den Descendenten eines befruchteten Eies, wenn aus den Wurzeln Sprösslinge keimem, oder, wie bei den Rhizophoren, Wurzeln aus den Aesten hervorwachsen.

Die zweite Kategorie von Erscheinungen resultirt aus der unveräusserlichen Beziehung des ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprozesses zur Lebensgeschichte der Art-Individualität. Darum sind dieselben auch keine ausschliesslichen Attribute derjenigen Lebensgeschichte einer Art-Individualität, in welcher ungeschlechtliche Zeugungen vorkommen; sie offenbaren sich nur in einer, durch den Zeugungsprozess modifizirten Weise,

was im Folgenden zu erweisen sein wird. Die Lebensgeschichte einer jeden Art-Individualität zeigt aber, von Spezialitäten abgesehen, zwei charakteristische Eigenschaften: ***sie bewegt sich in Form einer Entwickelungsreihe zu ihrem festgesetzten Endziele und offenbart sich darin mit dem Gepräge der Einheit als Vertreter einer bestimmten Art oder Species.***

Schon mehrfach bot sich die Gelegenheit dar, auf die allgemeinste Form der Entwickelungsreihe, in der die Lebensgeschichte einer jeden Art-Individualität sich bewegt, hinzuweisen. Wenn sich ein Wirbelthier entwickelt, so beginnt die Lebensgeschichte in dem befruchteten Eie als einfache Zelle; dann folgen die mehrzelligen Zustände von mehr indifferenter Beschaffenheit; hieran schliessen sich die ungeschlechtlichen Zustände mit dem Charakter des einfachen Individuums, in mehr oder weniger zahlreicher Stufenfolge und entsprechender Entfaltung für den Verkehr mit der Aussenwelt; endlich stellen sich die geschlechtlich differenzirten Zustände ein, erreichen ihre Blüthenzeit und treten danach in die Periode der schneller oder langsamer ablaufenden Dekrepidität ein. Die Zustände der Entwickelungsreihe offenbaren sich als zeitlich aufeinanderfolgende Veränderungen eines und desselben Entwickelungssubstrates; jeder Zustand geht unmittelbar in den nächstfolgenden über; die Entwickelungsreihe zieht einfach kontinuirlich hin. Ueberall, wo der Lebenslauf der Art-Individualität von ungeschlechtlichen Zeugungsakten begleitet ist und eine vollkommene Uebersicht desselben vorliegt; da wird die Entwickelungsreihe auf wesentlich dieselbe Weise fortgeführt, vorausgesetzt, dass wir es mit mehrzelligen Vertretern der Art-Individualität zu thun haben. Allein sie zeigt sich modifizirt und komplizirt durch die interkurrenten ungeschlechtlichen Zeugungsakte: in der allgemeinen Hauptreihe sind untergeordnete Differenzirungsreihen eingeschoben; die Lebensgeschichte der Art-Individualität wird nicht an einem und demselben, sondern an mehreren, zeitlich nacheinander folgenden oder auch räumlich nebeneinander bestehenden Entwickelungssubstraten verwirklicht. Wenn bei Durchführung der Entwickelungsreihe an einem und demselben Substrate den Gliedern der Kette keine andere Wahl bleibt, als unmittelbar nach dem ursprünglich vorgelegten Plane weiter vorzurücken; so ist ihnen durch den ungeschlechtlichen Zeugungsakt eine freiere und selbstständigere Bewegung gestattet, die es möglich macht, in der mannigfaltigsten Weise und in der gemeinschaftlichen Vereinigung aller Substrate die Verwirklichung der Entwickelungsreihe in der Lebensgeschichte der Art-Individualität durchzuführen. Auf diese Momente beziehen sich alle Modifikationen, die im Verlaufe der Lebensgeschichte solcher Art-Individualitäten angetroffen werden, in welchen ungeschlechtliche Zeugungsakte mittelst Sporen- oder Knospenbildung sich geltend machen.

Ein besonders auffallendes Phänomen giebt sich in den Individuen-Stöcken zu erkennen und ist bei der Analyse der hierher gehörenden Beispiele stets hervorgehoben.

Man beobachtet überall, dass die Bewegung der Entwickelungsreihe nicht sowohl an einzelnen Individuen, als an ganzen Individuen-Stöcken, die selbst noch als untergeordnete Theile eines Haupt-Stockes dastehen können, sich manifestirt. In Sprossen wächst der Baum und endet seine Entwickelungsreihe mit einem Blüthenspross, in dem ein sehr komplizirter Individuen-Stock enthalten ist; ebenso war die Entwickelungsreihe bei den Kampanularien, Medusen etc. in ihrer Verwirklichung zu verfolgen; in der einfachsten Weise verhielt sie sich bei der Nais proboscidea. Mehrere Individuen, die ungeschlechtlich gezeugten Descendenten eines oder mehrerer, selbst wieder genetisch von einander abhängiger Erzeuger, haben sich hier vereinigt, um gemeinschaftlich auf der Entwickelungsbahn vorzuschreiten. Dabei zeigt sich, dass in den meisten Fällen nicht alle Individuen oder selbst untergeordnete Individuen-Stöcke an Fortgange der Entwickelungsreihe sich betheiligen, sondern dass es nur einzelne Individuen in einem Stocke thun. Aus den Verdickungsschichten des Stammes eines Baumes treten nur vereinzelt Axillar- und Adventivknospen hervor, die die Entwickelungsreihe weiter fortführen; die übrigen zeugen nur Verdickungsschichten. In dem Blüthenspross sind es nur gewisse Theile, die das geschlechtlich differenzirte Endziel erreichen; die übrigen Theile, und zwar ganze Individuen-Stöcke (Brakteen, Blumenblätter etc.), verkümmern sogar ohne vorher gezeugt zu haben. Aehnliche Erscheinungen kommen bei Thieren vor; es giebt hier sogenannte sterile ungeschlechtliche Individuen in jedem Individuen-Stocke; sie gehen schliesslich unter, ohne das Endziel in der Entwickelungsreihe zu erreichen und ohne gezeugt zu haben. Man begegnet auch solchen Fällen, in welchen ungeschlechtliche Individuen (in einem einfachen, zusammengesetzten oder gruppirten Stocke) neue Individuen produziren, die dem zeugenden Stamme vollkommen gleichen, also die Entwickelungsreihe nicht weiter fortführen. Zuweilen kommt dieses beim Distoma vor; in den Zerkarienammen finden sich wieder Ammen vor, statt Zerkarien. Die Naide, der Süsswasserpolyp produzirt anfangs Stöcke von ganz gleicher Beschaffenheit, wie der zeugende Stamm selbst. Alle diese Erscheinungen liefern nach meinem Dafürhalten den Beweis, dass den einzelnen ungeschlechtlichen Individuen eine gewisse Freiheit in ihrer Bewegung gestattet ist: eine Freiheit, die es möglich macht, dass Theile eines Individuen-Stockes nur für die Ausführung der Hauptreihe im ganzen Individuen-Stocke oder in der Lebensgeschichte der Art-Individualität thätig sind und sich dieser unterordnen; eine Freiheit, die es gestattet, dass in abnormer Weise die Zerkarienammen nicht Zerkarien, sondern wiederum Ammen produziren. Ob Schwankungen im Fortgange der Entwickelungsreihe auch in der Weise vorkommen sollten, dass die ungeschlechtlichen Zeugungsprodukte selbst eine Stufe zurücktreten, scheint wohl mit Recht bezweifelt werden zu müssen. Gewöhnlich beziehen sich dergleichen Angaben auf Theile eines Individuen-Stockes, von denen vorausgesetzt

werden darf, dass sie verschiedene Formen einer Stufe im gemeinschaftlichen Lebensverbande darstellen.

Die Lebensgeschichte einer jeden Art-Individualität ist zweitens durch das Gepräge einer sogar innig geschlossenen Einheit, eines zusammen gehörigen einheitlichen Ganzen charakterisirt; von der ersten Furchungskugel bis zu den geschlechtsreifen Zuständen verwirklicht sich das Leben einer bestimmten Spezies als Art-Individualität. Wenn ungeschlechtliche Zeugungsakte darin nicht vorkommen, dann ist dieses einheitliche Gepräge so auffällig, dass man die ganze Folge von Zuständen oder Gliedern der Entwickelungsreihe gar nicht von einander trennen möchte, und dass man sie alle in das Endglied, in den geschlechtsreifen Zustand als die vollwichtigen und eigentlichen individuellen Repräsentanten der Spezies aufgehen lässt (Einl. p. 4 sqq.). Da jedoch die Lebensgeschichte der Art-Individualität unzweifelhaft in Form einer Entwickelungsreihe sich offenbart und verwirklicht, so hat jeder Zustand bei Durchführung derselben, an der ihm zugewiesenen Stelle, einen vollkommen gleichen Antheil, eine vollkommen gleiche Berechtigung; so die erste einfache Zelle, wie die End- und Mittelglieder. Jeder Zustand involvirt daher einen Abschnitt in der Lebensgeschichte der Art-Individualität, ist ein Individuum im engeren Sinne; wie aber alle Zustände gemeinschaftlich zur Verwirklichung der individuellen Lebensgeschichte der Art in Form einer kontinuirlichen Entwickelungsreihe beitragen und zusammenhalten: darin liegt das Gepräge der Einheit und die einheitlichen Bande, durch welche sie innig aneinander gekettet sind, darin giebt sich jene, allen Zuständen gemeinschaftliche und sie alle beherrschende, eine Seele und der eine Wille zu erkennen. Wo in der Lebensgeschichte einer Art-Individualität ungeschlechtliche Zeugungsakte vorkommen, tritt uns im Wesentlichen dieselbe Erscheinung entgegen; aber es hat lange gewährt, bis wir zur Erkenntniss und richtigen Würdigung derselben gelangten, und noch befinden wir uns im vollem Kampfe mit den herkömmlichen und eingewurzelten Vorstellungen. Nach zwei entgegengesetzten Richtungen waren wir besonders von der natürlichen Bahn abgewichen. Traten die ungeschlechtlichen Zeugungsprodukte frei auf und waren die genetischen Verhältnisse unbekannt, dann pflegten wir zu trennen, und die Einheit der Lebensgeschichte ging uns verloren. Aber selbst wenn die Genesis bekannt war, oder sich errathen liess, so influirten die gebräuchlichen Vorstellungen von dem ungeschlechtlichen Zeugungsprozesse und die vorherrschende Auffassung der Lebensgeschichte der Art-Individualität derartig auf die Deutung der Erscheinungen, dass uns die wahren Beziehungen zur Einheit verborgen blieben. Als nun durch die Entdeckung des Generationswechsels diese Einheit in voller Uebereinstimmung mit dem Gange der Lebensgeschichte, auch bei nicht vorhandener ungeschlechtlicher Zeugung, klar vorlag; da hat uns die Erscheinung so überrascht, dass wir über Neben-Umstände den kostbaren Fund

übersahen. Auf der anderen Seite, und so namentlich in Betreff der Individuen-Stöcke, trieben wir es mit der Einheit zu weit. Unerachtet der entscheidenden Versuche von ***Trembley, Reaumur*** und A., trotz der Mahnungen ***Darwins, J. Müller's*** u. A. behandelten wir die Individuen-Stöcke wie organische Schöpfungen mit dem Gepräge einer Einheit, die den einfachen Individuen zukommt. Es kostet in der That Ueberwindung, in der Naide, in der Planarie etc. den Individuen-Stock anzuerkennen, und diese Schwierigkeiten werden grade durch die Erscheinung des Einheits-Gepräges herbeigeführt. Darum erscheint es mir passend, schliesslich die hauptsächlichsten Erscheinungen, welche sich auf dieses Einheitsgepräge in der Lebensgeschichte der Art-Individualität beziehen, bei Ab- und Anwesenheit von ungeschlechtlichen Zeugungsakten zum Vergleiche nebeneinander zu stellen. Ich werde mich hierbei besonders an die Lebensäusserungen halten, da mit ihnen, wie sich von selbst versteht, auch die morphologischen Verhältnisse im vollkommnen Einklange sich befinden.

Die Lebensgeschichte einer jeden Art-Individualität offenbart sich unter allen abwechselnden Verhältnissen hauptsächlich nach zwei Richtungen hin: in dem Verkehr mit der Aussenwelt und in Beziehung zur Fortpflanzung der Art. Beide Aeusserungen des Lebens, obschon von besonderen Organen abhängig, gehen bei der einheitlichen Organisation des Individuums häufig gemeinschaftlich miteinander, und nicht selten wird eine und dieselbe Aeusserung von dem einen Forscher in der Richtung des Fortpflanzungslebens, von einem anderen in jener des individuellen Verkehrs mit der Aussenwelt aufgefasst. Wenn man nun die Lebensgeschichte einer Art-Individualität, in der ungeschlechtliche Zeugungsakte nicht vorkommen, wie etwa bei den Wirbelthieren, verfolgt, so zeigt sich: dass der Verkehr mit der Aussenwelt im Verlauf der Entwickelung genau nach Maassgabe der Organisation eines jeden einzelnen Zustandes und im Einklange mit den dargebotenen Verhältnissen der Aussenwelt wechselt, und dass also jeder Entwickelungszustand in seiner ihm entsprechenden Weise das individuelle Leben verwirklicht. Diese Erscheinung fehlt nirgends; sie macht sich aber besonders bemerkbar bei auffallenden Metamorphosen und diesen entsprechender Aenderung in der Lebensweise, wie bei den Fröschen, Insekten. Bei den höheren Wirbelthieren ist diese Anschauungsweise von der Lebensgeschichte der Art-Individualität schwieriger; hauptsächlich deshalb, weil wir grade hier uns verwöhnt haben, die einzelnen Entwickelungszustände nicht in ihrer relativen Selbstständigkeit, sondern mit der ausschliesslichen Beziehung auf das Endglied der Entwickelungsreihe, auf die geschlechtsreifen Glieder aufzufassen; und besonders auch, weil wir über die Vorgänge in der Area pellucida das Gesammt-Verhältniss eines jeden embryonalen Zustandes zu vernachlässigen pflegen. Auf Einzelnheiten bei Durchführung der Lebensgeschichte einer solchen Art-Individualität näher einzugehen, ist keine Noth-

wendigkeit vorhanden. Doch mag ich wegen der späteren Vergleiche nicht unterlassen darauf hinzuweisen, dass, wenn der Froschembryo die Dotterhaut verlässt, noch kein Darm vorhanden ist, auch andere Organe noch fehlen, und dass hauptsächlich das Central-Nervensystem und Wirbelsystem erkannt werden; auch zeigen sich Bewegungen an ihm. Bei den höheren Wirbelthieren ferner giebt es einen frühen Entwickelungszustand, in welchem sich von allen Organen das Gefässsystem relativ am meisten ausgebildet und thätig zeigt. Es liegt zu Tage, dass man, nach diesen vorherrschend ausgebildeten und hauptsächlich thätigen Organen, einzelne Entwickelungszustände vorstehender Art-Individualitäten charakterisiren könnte.

Neben dem hervorgehobenen Charakter in der Lebensgeschichte macht sich nach allen Richtungen hin das Gepräge der Einheit geltend. Jeder vorausgehende Zustand arbeitet, so zu sagen, für den nächstfolgenden, und alle zusammen arbeiten an der Verwirklichung der ganzen Lebensgeschichte der Art-Individualität, als deren Organe sie betrachtet werden könnten; in jedem Entwickelungszustande ist gewisser Maassen ein Bruchstück aus der einheitlichen Lebensgeschichte enthalten. Um ferner in die beliebte Vorstellung von der „Aufammung" einzugehen, so lässt sich wahrheitsgetreu behaupten, dass jeder vorausgehende Zustand den nächstfolgenden vorbereitet, und dass so die geschlechtsreifen Glieder durch „Ammen" „Grosammen" etc. gleichsam auferzogen werden. Man erinnere sich des Verhältnisses der Raupe zur Puppe, und dieser zum Schmetterling; oder, um noch speziellere Einzelnheiten zu berühren, der frühzeitigen Entstehung der Lungen oder anderer Organe, die erst später in Funktion treten; der Bildung des Amnion, der Allantois, der Placenta; der Verwendung einzelner Theile der Wolffschen Körper für die Generationsorgane; u. s. w. Das Einheitsgepräge verräth sich endlich auch dadurch, dass die Eigenthümlichkeiten des befruchteten Keimes durch alle Zustände der Entwickelungsreihe hindurch gehen, und schliesslich auf die geschlechtlich differenzirten Keime, Eier und Saamenkörper übertragen werden. Erst durch die Befruchtung wird der Keim produzirt, der im Gattungsprozesse aus der Art-Individualität in die „Art" überschlägt.

Die besprochenen Erscheinungen wiederholen sich, wie die Erfahrung lehrt, im Wesentlichen auch dann, wenn im Verlaufe der Lebensgeschichte ungeschlechtliche Zeugungsakte angetroffen werden. Der ganze Unterschied beruht darauf, dass in Folge des ungeschlechtlichen Zeugungsaktes die Glieder der Kette von einander gelöset werden, dass sie eine freiere Bewegung erhalten, und dass die Lebensgeschichte der Art-Individualität nicht an einem und demselben Substrate, sondern wenigstens an zwei, gemeinhin an einer grösseren Summe von Individuen gleichzeitig oder nacheinander ausgeführt wird.

Bei vorhandener Sporenbildung ist der Spielraum der Eigenbewegung in den einzelnen Entwickelungszuständen der Kette am weitesten. Ein Blick auf die Lebensgeschichte des Distoma stellt dieses deutlich heraus; auf das frei bewegliche Monostomum mutabile folgt der schmarotzende, träge, gelbe Wurm; später erscheint die frei bewegliche Zerkarie; jeder Zustand verkehrt in seiner Weise mit der Aussenwelt, und dennoch zieht der rothe Faden der Einheit durch alle Zustände hindurch. Wie *Leuckart* von den polymorphen Individuen-Stöcken schreibt, so wiederhole ich es hier: „die einzelnen Individuen erscheinen als blosse mehr oder weniger reiche Bruchstücke aus der Lebensgeschichte dieser Geschöpfe, als einzelne Glieder aus einer ganzen Reihe zusammengehörender Darstellungen" (Ueber den Polymorph. p. 30). Zugleich arbeitet der eine Zustand für den anderen; jeder nächstfolgende ist durch den vorhergehenden vorbereitet; die geschlechtsreifen Endglieder sind durch Aufammung von den vorausgehenden gross gezogen. Dass hier auch jene in dem befruchteten Keim verborgenen Eigenthümlichkeiten, trotz der eingetretenen Zeugungsakte, durch alle Zustände der Entwickelungsreihe weiter vererbt seien, und so auch hierin das Einheitsgepräge vorliege; das, glaube ich, kann aus der grossen Aehnlichkeit der aus einem solchen befruchteten Eie hervorgehenden, geschlechtsreifen Individuen geschlossen werden.

Ein besonders günstiger Boden für die Ausprägung der Einheit in der Lebensgeschichte einer Art-Individualität ist bei vorhandener Knospenbildung gegeben. Die Bedingungen für das Einheitsgepräge sind, wie aus dem Vorhergehenden sich ergiebt, am günstigsten: bei Generatio consociata, bei Knospenbildung mittelst Intussusceptio, bei Bildung von Individuen-Stöcken einfacher Art durch Descendenten eines Stammes (Naiden). Prüft man die Thier und Pflanzen-Stöcke mit Rücksicht auf die individuellen Lebensäusserungen, so ergiebt sich leicht, dass die einzelnen Individuen nach Maassgabe ihrer Organisation und ihrer Stellung in der Entwickelungsreihe an dem Verkehr mit der Aussenwelt sich betheiligen; mit dem Unterschiede, dass oft mehrere gleichzeitig miteinander verbunden an der Erfüllung ihrer Aufgabe arbeiten. Als Beispiel kann der Baum dienen. *Leuckart* (a. a. O. p. 25 sqq.) unterscheidet an den Syphonophoren-Stöcken: ernährende Thiere (Saugröhren) mit vorwaltendem Verdauungsapparat, chylomotorische Individuen (Tentakelbläschen) für die Fortbewegung der Ernährungsflüssigkeit, lokomotive Thiere (glockenförmige Anhänge des Stockes) für die Lokomotion des ganzen Stockes. In anderen Fällen kommen geschlechtsreife Thiere hinzu, oder dieselben werden später von sogenannten proliferirenden Thieren oder auch von den ernährenden gezeugt. Dieses verschiedene Verhalten der einzelnen Theile erinnert an den verschiedenen Charakter einzelner Entwickelungszustände der Wirbelthiere, worauf ich früher hingewiesen (p. 131). Wer kann aber unter solchen Umständen die Arbeitstheilung, die gemeinschaftliche Be-

theiligung der Glieder an der Verwirklichung der Lebensgeschichte der Art-Individualität verkennen; wer sieht nicht, dass auch hier die Vorstellung der Aufammung allerorts gegeben sei?. Allein die Aufammung und die Arbeitstheilung sind nicht die ursprünglichen Regulatoren in der Lebensgeschichte der Art-Individualität; es sind hier vielmehr gewisse allgemeine Weisen, in welchen die, in der Lebensgeschichte jeder Art-Individualität verborgene Einheit in der mannigfaltigsten Abwechselung nach den vorhandenen Umständen sich offenbart; es sind gewisse Ausdrucksformen dieser Einheit. Verleitet durch die typische Gesetzlichkeit in der Aggregation der Individuen, durch die gemeinschäftliche Tendenz in den Bestrebungen aller Glieder, durch den Ausdruck der einen Seele, des einen Willens in ihnen: gerathen wir in die grosse Gefahr das Einheitsgepräge in die engsten Grenzen zu ziehen, die einzelnen Theile des Stockes als Organe eines einfachen Individuums aufzufassen, und die eine Seele und den einen Willen in der Lebensgeschichte der Art-Individualität mit dem Einheitsgepräge in den Seelen- und Willensäusserungen des zeitweiligen Lebenszustandes in einem einfachen Individuum zu verwechseln. Je komplizirter der Stock, um so trügerischer der Schein, namentlich wenn die Bildung des Stockes unter den bezeichneten günstigeren Bedingungen ausgeführt worden. Wir entdecken das Gepräge der Einheit nicht allein im ganzen Stock, sondern, um beim Baume stehen zu bleiben, auch in den untergeordneten Theilen: in der Wurzel, im Stamm, in den Sprossen, in den Blättern; die einzelnen Individuen auf irgend welcher Stufe der Entwickelungsreihe haben sich vereinigt, um gemeinschaftlich an der Verwirklichung der einheitlichen Lebensgeschichte der Art-Individualität zu arbeiten; das einzelne Individuum tritt in den Hintergrund vor der Bewegung der Masse, denen zugleich ein gewisser Spielraum der Selbstständigkeit gestattet ist. Wenn es uns schwer wird, bei einfach verlaufender Lebensgeschichte der Art-Individualität die zeitlich aufeinander folgenden einzelnen Glieder zu sondern und zu fixiren, so bereitet uns das räumlich nebeneinander aggregirte System von Individuen seine Schwierigkeiten. — Trotz der mannigfaltigen Komplikationen endlich, unter denen die Lebensgeschichte der Art-Individualität bei vorhandener Knospenbildung ausgeführt wird, ist das einheitliche Band auch in Betreff des Fortpflanzungslebens nicht zerschnitten. Grade hier weiss man, dass jede Knospe, jedes Stückchen eines Baumes dieselbe Art-Individualität sicher fortpflanzt und für die Früchte erhält.

II. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung mittelst Theilung.

Die neuere Physiologie pflegt drei ungeschlechtliche Zeugungsformen aufzuführen: Die Zeugung mittelst Sporen, mittelst Knospen und die durch Theilung oder Spaltung. Diese Zeugungsformen werden jedoch von den einzelnen Forschern nicht immer auf eine und dieselbe Weise unterschieden und wieder vereinigt.

C. F. Burdach unterscheidet die Spaltzeugung (Generatio monogenea fissipara) und die Keimzeugung (Generat. monog. productiva). Zu der letzteren rechnet der Verfasser diejenigen Fälle ungeschlechtlicher Fortpflanzung, in welchen das neue Geschöpf aus besonderen, im Erzeuger entstandenen Gebilden, Keimen, sich entwickelt. Demnach gehören hierher: die Knospen- oder Sprossenzeugung in den verschiedenen Formen, und die Sporenzeugung. Bei der Generat. monog. fissipara zerfalle der zeugende Organismus auf natürlichem oder künstlichem Wege in mehrere Theile, die in ihrer Struktur dem Ganzen (Erzeuger) ähnlich sind und bereits Gebilde enthalten, welche dem Organismus überhaupt zukommen (Die Phys. als Erfahrungsw. Bd. I. p. 30 sqq.).

Purkinje sagt: „die monogene Zeugung erfolgt entweder dadurch, dass das organische Wesen durch fortgesetzte Entwickelung oder durch zufällige, mechanische Ursachen in seiner, der Struktur nach unveränderten, Substanz mehrfach getheilt wird, davon jeder Theil wieder zu einem selbstständigen Individuum erwächst". Dieses ist die Spaltzeugung (G. fissipara). Hierher gehöre auch die Sprossenzeugung (Polypen, Pflanzen), da sie keine besonderen Keime voraussetze; man könne sie eine unvollständige Spaltzeugung nennen, die sowohl durch Kunst, als durch Natur in wahre Spaltzeugung übergehe. Daran schliesse sich endlich die Vermehrung durch Knollenzweige, Zwiebeln, Knospen, die wenigstens zeitweilig als integrirende Organe des Stammorganismus betrachtet werden können. Ferner erfolge die monogene Zeugung dadurch, dass allenthalben oder an einzelnen Stellen des Stammorganismus sich Keime, oder Keimkörner (Sporen) bilden, die

bald nach ihrer Entstehung vollkommen frei auftreten. Man könne diese Erzeugungsweise im Allgemeinen Keimzeugung (G. productiva) nennen (Encyclop. Wörterb. der medic. Wiss. Berlin, 1834; Bd. XI. Art. Erzeugung).

Joh. Müller unterscheidet die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Theilung und die mittelst Knospen; zu der letzteren wird sowohl die Zeugung mittelst gewöhnlicher Knospen, als die mittelst Sporen gerechnet. Nach dem Verfasser ist jeder Theil eines Organismus, der im unentwickelten Zustande der Organisation zu einem besonderen Eigenleben sich absondert, ohne den organischen Verband mit dem Mutterstamme zu verlieren, eine Knospe. Die Knospen können frühzeitig den Verband lösen, oder später oder gar nicht. Eine frühzeitig und später sich ablösende Knospe ist eine Spore. Obgleich, sagt *Joh. Müller* weiterhin, die Knospenbildung auch eine Art unvollkommner Selbsttheilung sei, so unterscheide sie sich von der Vermehrung durch Selbsttheilung im engeren Sinne dadurch, dass der sich selbsttheilende oder künstlich getheilte Organismus mit seiner vollständigen Organisation in zwei vollständig organisirte Hälften oder in mehrere Theile zerfalle, in welchen die spezifische Organisation nicht erst zu entstehen habe, sich vielmehr nur in so weit umändere, als die Regeneration der von der Spaltung getroffenen Theile erfordere. Ferner wird die künstliche oder natürliche Ablösung von Knospen, oder die Theilung zwischen Stamm und Knospen von der Zeugung durch Theilung unterschieden; bei der ersteren sind die Individuen oder Knospen schon vollkommen ausgebildet und nur verwachsen. Wo also ein Theil zum besonderen Eigenleben sich absondere, der nachweisbar an oder in einem bereits bestehenden Organismus sich herausgebildet habe, da sei der Prozess eine Ablösung der Knospe vom Stamm, eine Theilung zwischen Stamm und Knospe, nicht aber eine Zeugung durch Theilung (Handbuch der Phys. d. Mensch. Bd. II. p. 592 sqq.).

In dem ersten und Haupttheile meiner Abhandlung habe ich die beiden ungeschlechtlichen Zeugungsformen, die mittelst Knospen und Sporen, sowohl nach ihrer gemeinschaftlichen Grundlage, als nach den sich darbietenden Unterschieden analysirt. Den vorliegenden zweiten Theil füge ich hinzu, um die Ausschliessung der Spaltzeugung von den im ersten Theile behandelten ungeschlechtlichen Zeugungsprozessen zu rechtfertigen.

Die empirische Grundlage, auf der unsere Vorstellungen über die ***ungeschlechtliche Fortpflanzung mittelst Theilung*** sich nach und nach erhoben und ausgebildet haben, sind bekannt. Man beobachtet, dass Setzlinge, Pfropfreiser etc., von Pflanzen künstlich getrennt, weiter wachsen und zu ganzen Pflanzen werden. Die Blätter mehrerer Pflanzen lassen sich, wie bereits angegeben, in mehrere Stücke zerreissen, und jedes Stück wird zur ganzen Pflanze. Mit gleichem Erfolge können niedere Pflanzen in eine unbestimmte Zahl von Theilen gespalten werden. Unter den Thieren werden ähn-

liche Beobachtungen, nach künstlichen Theilungs-Versuchen, bei Würmern, Polypen, vorzüglich bei Süsswasserpolypen gemacht. Die natürliche oder Selbsttheilung wird namentlich bei Thieren wahrgenommen. Sie zeigt sich am weitesten verbreitet unter den Infusorien (Ehrenberg, die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig. 1838). Die Monaden zerfallen der Länge und Quere nach in Theile, die sich verhalten wie das Ganze. Die Vorticellen theilen sich der Länge nach und lösen sich von ihren Stielen ab. Die Bacillarien theilen sich der Länge nach und bilden dann polypenförmige Stöcke. Die Bildung von Stöcken zeigt sich besonders, wenn die Theilung nicht vollständig erfolgt, so auch bei Vorticellen und Monaden. Zu den Selbsttheilungen wurde auch die Quertheilung der Naiden und anderer Würmer gerechnet. Um alle Kategorien von Erscheinungen zu erschöpfen, die auf Fortpflanzung mittelst Theilung bezogen werden können, muss hier auch die sogenannte Zellenzeugung mittelst Theilung und die Spaltung eines Keimes bei Entstehung von Doppelmissgeburten etc. erwähnt werden.

Von dieser empirischen Grundlage, durch welche die dritte ungeschlechtliche Zeugungsform mittelst Spaltung gestützt werden soll, ist durch Erweiterung der Lehre von der Knospenbildung und den Individuen-Stöcken der grösste Theil als beseitigt anzusehen. Die von den Pflanzen hergenommenen Beispiele sind nicht rein, wie schon *Joh. Müller* anführt; ebenso die Ablösung einzelner Theile des Polypen-Stockes, mag sie auf künstlichem oder natürlichem Wege erfolgen; desgleichen hat *J. Müller* bereits gezweifelt, ob das Beispiel von der Nais beweiskräftig sei. Die Schwierigkeit, den ungeschlechtlichen Knospenbildungsprozess von der Zeugung durch Theilung zu trennen, ist zu allen Zeiten gewürdigt worden und hat sich auch in obigen Mittheilungen zu erkennen gegeben. In neuester Zeit haben sich sogar Stimmen vernehmen lassen, die eine strenge physiologische Scheidung nicht ausführbar halten (E. O. Schmidt. Handb. der vergl. Anat. 1852. p. 326). Bei Knospenbildung, sagt der Verfasser, gehe nicht selten (richtiger, wie oben (p. 115) gezeigt wurde, immer) ein wirklicher Theil des Mutterthieres in die Knospe über, und wenn ein Thier sich theile, so sei jeder Theil als Knospe der anderen Hälfte oder der übrigen Theile zu betrachten. Es liegt aber auf der Hand, dass die Ablösung eines Theiles, der als Knospe zu denken ist, keinen Zeugungsakt involvire, wie schon *J. Müller* hervorhebt. Wenn die mehr oder weniger entwickelten Individuen eines durch Knospenbildung entstandenen Individuen-Stockes sich von einander trennen, so ist darin wohl eine Art Emanzipation gegeben, aber Zeugung ist es nicht. Es bleibt daher keine andere Wahl, als entweder die Spaltzeugung aus dem Kapitel der verschiedenen, ungeschlechtlichen Zeugungsformen gänzlich zu streichen, oder dieselbe in ihrem eigenthümlichen Verhalten gegenüber den beiden ungeschlechtlichen Zeugungsformen, der Sporen- und Knospenbildung, zu begründen. Von den Beispielen, die nach meinem Dafürhalten zu

einer solchen Begründung heut zu Tage herbeigezogen werden könnten, würden zu rechnen sein: *die künstliche Theilung und deren Erfolge bei den Süsswasserpolypen und Planarien; die freiwillige Theilung bei den Infusorien; die Zellenzeugung durch Theilung; und die Spaltung von Keimen auf normalem oder pathologischem Wege* (Doppelmissgeburten).

Indem ich zur Lösung der mir gestellten Aufgabe die bezeichneten Beispiele auf ihre Beweiskraft zu prüfen habe, scheint es vor Allem nothwendig, dasjenige klar hervorzuheben, was denn eigentlich die Zeugung durch Theilung für Ansprüche mache, was man sich darunter zu denken habe. Das natürliche Zerfallen eines Geschöpfes in Theile, die die Lebensgeschichte der Art-Individualität oder Spezies weiter fortführen, desgleichen die künstliche Spaltung eines Thieres oder einer Pflanze mit einem ähnlichen Erfolge kann an und für sich eine Zeugung durch Theilung nicht begründen; man darf darin zunächst nur eine Erscheinung, wenn man will ein Faktum, sehen; aber nichts weiter. Soll diese Erscheinung keinen Zusammenhang mit dem Knospenbildungsprozesse haben, soll sie etwas anderes, als blosse Ablösung eines Zweiges, einer Knospe, eines Individuums oder eines Individuen-Stockes vom Stamme sein; so muss eine nothwendige Ergänzung hinzukommen oder hinzugedacht werden, wodurch aus der Erscheinung die Zeugung zu begründen wäre. Worauf diese Ergänzung gehen müsse, ergiebt sich aus dem ersten Theile der Abhandlung: es ist die Natur und der Charakter des Erzeugers und des Zeugungsproduktes festzustellen, desgleichen die Einheit zu bezeichnen, innerhalb welcher der Zeugungs- und Fortpflanzungsprozess sich bewegt. Wer diese nothwendige Ergänzung bei den Autoren sucht, wird sich in eine nicht geringe Verlegenheit versetzt finden. Die meisten Schriftsteller bedienen sich sehr allgemeiner Wendungen, oder sie gehen darüber, wie über eine bekannte und klare Sache, hinweg. Die Theilung eines Körpers ist ein so einfaches, physikalisches Phänomen, dass ein jeder sich leicht eine Vorstellung davon macht und dabei vergisst, dass es sich um eine Zeugung durch Theilung handele. Auf solchem Wege haben sich manche klare Dinge und Thatsachen in der Wissenschaft eingebürgert, die bei genauer Analyse sehr viele Unklarheiten enthalten. Den grössten Werth pflegt man noch darauf zu legen, dass das Zeugungsprodukt gleich anfangs ein ebenso organisirter und ausgebildeter Theil sei, wie der Stamm selbst. Dadurch lässt sich jedoch keine Zeugung durch Theilung charakterisiren, indem die vom Stamme sich ablösenden Zweige eines Individuen-Stockes sich ganz ebenso verhalten. Aus diesem Charakter dürfte man vielmehr gegen die Deutung eines Zeugungsprozesses schliessen; denn *Purkinje* sagt in der oben bezeichneten Abhandlung sehr richtig, dass durch Erzeugung neue selbstständige organische Wesen den Anfang ihrer Entwickelung erhalten.

Von allen Forschern ist *Joh. Müller* am schärfsten auf die eigentliche Frage eingegangen. Der Verfasser charakterisirt zunächst die Natur und den Charakter der auf verschiedenem Wege durch Wachsthum gebildeten Organismen. Unter Wachsthum wird sowohl Entwickelung als Zeugung verstanden. Es giebt Organismen, die in Folge von Knospenbildung ein Multiplum von Individuen, einen Individuen-Stock darstellen, so die Pflanzen, die Polypen etc.; — es sind Systeme faktisch schon individuell belebter, sich selbst mit eigenem Willen bestimmender Wesen. Andere Geschöpfe erscheinen der Form nach als vollkommen einfache Individuen, auch nur von einem Willen beseelt und gleichsam mit einem Zentrum begabt. Und dennoch sind sie Systeme von Theilen, welche individuell leben und die Form und Organisation der Spezies erzeugen können. Trotz der Einheit in der Form lässt sich indessen doch eine Wiederholung gleicher Theile wahrnehmen. Allein die Theile sind zu einer gewissen Zeit einem Willen unterworfen und nur insofern Multipla, als sie die Fähigkeit haben, Individuen zu sein, aber noch nicht de facto Individua sind. Dahin gehört die Nais. Es kann aber endlich, sagt *Müller*, in der äusseren Form Nichts von einem Multiplum ausgesprochen sein und dennoch darin ein Multiplum von Theilen verborgen liegen, die selbst neue Individuen werden können. Hierher sind zu rechnen; die Planarien, die Süsswasserpolypen. Bei den zuerst genannten Organisationen sei die Theilung eine Ablösung der Zweige vom Stamm; bei den letzteren finde wirkliche Zeugung durch Theilung Statt.

Um den Deduktionen meines hochverehrten Lehrers weiterhin folgen zu können, wird es nothwendig, auf die, durch Entdeckung der elementaren Zelle, den Zeugungsprozessen dargebotenen Grundlagen näher einzugehen. Aus dieser, vielfach später bestätigten, Entdeckung ging hervor: dass, um kurz zu sein, alles organische Leben durch Vermittelung der elementaren Zellen, einzeln oder in Vereinigung, ausgeführt werde; und dass alle organischen Erscheinungen, welcher Natur sie auch sein mögen, in letzter, für uns wahrnehmbarer Instanz von der Beschaffenheit, der Thätigkeit, den Wirkungen dieses meist mikroskopischen Bläschens abhängen. Alle Theile von Pflanzen und Thieren entstehen aus Zellen; die Keime von Thieren und Pflanzen sind meist einfache Zellen, und während der Entwickelung bilden sich neue Zellen. Die sich entwickelnden und wachsenden Pflanzen und Thiere werden aus vielen solchen oder doch ähnlichen Zellen zusammengesetzt, wie die erste oder Keimzelle. *Schwann* hat nun aus diesen Erscheinungen folgende zwei, für die Vorstellung von der Zeugung wichtige Konsequenzen gezogen, von denen, wie *Müller* hinzufügt, die eine oder die andere wahr sein müsse, während keine dritte Annahme möglich sei (Schwann: Mikroskopische Unters. etc. 1839; p. 223 sqq.). Die Ursache der organischen Erscheinungen, der Entwickelung, Zeugung etc. kann 1) in der Totalität des Organismus liegen. Durch die Zusammen-

fügung von Zellen zu einem systematischen Ganzen, wie der Organismus auf jeder Entwickelungsstufe sei werde eine Kraft erzeugt, vermöge welcher ein solcher Organismus im Stande sei, Stoffe von Aussen aufzunehmen und zur Bildung neuer Stoffe und zum Wachsthum (Entwickelung, Zeugung) schon vorhandener Elementartheile zu verwenden. Die andere Vorstellungsweise ist 2) die: das Wachsthum geschehe nicht durch eine im ganzen Organismus begründete Kraft, sondern jeder einzelne Elementartheil besitze eine selbstständige Kraft, ein selbstständiges Leben, und der ganze Organismus bestehe nur durch Wechselwirkung (im weitesten Sinne des Wortes) der einzelnen Elementartheile unter einander. Hier sind die letzteren das Aktive bei den Prozessen, und die Totalität des Organismus kann zwar Bedingung sein, aber Ursache ist sie nicht. *Schwann* entscheidet sich für die letztere Ansicht; es sei daraus die Absonderung einzelner Zellen zu einem Eigenleben verständlicher. *Joh. Müller* hält die Wahrheit der zweiten Ansicht für niedere organische Wesen unbestreitbar; ihre Allgemeingültigkeit sei jedoch nicht erwiesen und bei Durchführung derselben im Bereiche höherer Thiere stosse man auf unüberwindliche Schwierigkeiten. Bei den letzteren zeige sich vielmehr, dass die Kraft zur Erzeugung des ganzen Organismus nicht allen Gewebetheilen einwohne, sondern, wenn sie auch anfangs vorhanden war, nur bei wenigen sich erhalte, während sie bei den übrigen verloren gehe. Alle diese einseitig (als Organe des einfachen Individuums) ausgebildeten Zellen sind insgesammt die Organisation explicite, welches in der Keimzelle oder in den Keimzellen der Knospe implicite oder potentiâ war. Das Wachsen bestehe daher zum Theil in einer Umwandlung des potentiellen Ganzen der einen Zelle in ein explizirtes Ganze, wobei die einzelnen Bestandtheile in einem Multiplum gegeben sein können. Ausserdem aber sei in einzelnen Zellen des Organismus (Keimorgan) die Kraft, das Ganze implicite zu sein, erhalten; und diese Kraft könne nicht bloss Folge der Wechselwirkung der einzelnen Zellen untereinander sein, da das Thier auch nach Verlust von manchen Theilen zeugungsfähig bleibe. Ferner sehe man bei Theilung vollendeter Organisation, mag sie künstlich oder natürlich erfolgen, dass es eine Stufe der Organisation gebe, wo die Kraft zur Erhaltung eines Ganzen nicht bloss in der Wechselwirkung aller Zellen bestehe, sondern auch Theilung dieser Summe stattfinde. Alles Wachsen, schliesst *Müller*, beruhe auf der Bildung eines virtuellen Multiplums, und zwar in doppelter Weise: in Form der Multiplikation der das Ganze als Mechanismus zusammensetzenden Zellen, und in der Bildung der Multipla in unentwickelter Form als Urzellen.

In der obigen Darstellung der Lebensgeschichte einer Art-Individualität finden sich manche Anknüpfungspunkte mit dem, was ich in der Einleitung (p. 14) und an mehreren Stellen des ersten Theiles der Arbeit (namentlich p. 92) von meinem Stand-

punkte aus mitgetheilt habe. Was *J. Müller* mit dem Ausdrucke „Wachsen“ bezeichnet, habe ich in „Entwickelung“, wodurch das Individuum in die Organe für den Verkehr mit der Aussenwelt sich explizirt, und in „Zeugung“ geschieden, durch welche Keime delegirt werden, die das Ganze potentiâ und implicite enthalten. Die Entwickelung eines Individuums mit Multiplikation seiner Organtheile, habe ich organologische Knospenbildung genannt. Eine Hauptdivergenz in den Ansichten besteht besonders in der Auffassung und Feststellung solcher Organisationen, die die Fähigkeit besitzen sollen, durch Spaltzeugung sich fortzupflanzen. In dieser Vorstellungsweise möchte ich den Anschluss an die zweite Ansicht von *Schwann* sehen, durch welche der Zeugungsprozess bei der Fortpflanzung durch Theilung noch am ehesten zu begründen sein möchte. Indem ich nun die Beweiskraft derjenigen Beispiele analysiren werde, in welchen die Zeugung durch Theilung gegeben sein soll, werde ich nicht auf niedere Pflanzen eingehen, die aus gleichförmigen Zellen bestehen, von denen jede sich ablösen und ein freies Individuum werden kann; denn ich vermag darin nur die Natur eines Individuen-Stockes zu erkennen, dessen einfache Individuen eben einfache Zellen darstellen. Die oben angeführten Beispiele scheinen mir die einzigen zu sein, bei welchen Zweifel obwalten können, und die ich als ultimum refugium der Vertreter der dritten Zeugungsform betrachten zu müssen glaube.

Das erste Beispiel, welches einer Beprüfung unterworfen werden soll, ist die angebliche, künstliche Spaltzeugung bei den *Planarien* und *Süsswasserpolypen*. Beide Beispiele sind bereits von mir besprochen worden (p. 46 sqq.; p. 51). Die Organisation dieser Thiere, ihre Entstehungsweise, endlich grade die Thatsache, dass sie künstlich in Stücke getrennt werden können, die selbstständig die Lebensgeschichte der Art-Individualität fortführen, lieferten die Kriterien, aus denen geschlossen wurde, dass die bezeichneten Geschöpfe nicht einfache Individuen, sondern Individuen-Stöcke darstellen; dass also die Theilung nicht als Zeugung, sondern als eine künstliche Befreiung von Stücken angesehen werden müsse, in denen die unmittelbare Vertretung der Art-Individualität, d. h. einzelne Individuen oder eine Summe derselben, vorliege. Wahr ist es, das einheitliche Gepräge dieser Geschöpfe in morphologischer und physiologischer Hinsicht ist ausserordentlich; es erinnert uns an das centralisirte Einheitsgepräge eines wirklich einfachen Individuums. Allein das Einheitsgepräge in der Lebensgeschichte einer jeden Art-Individualität und ihrer Vertreter ist auch ein innig geschlossenes, und giebt sich grade in den, aus dem Knospenbildungsprozesse hervorgehenden Individuen-Stöcken überall in der mannigfaltigsten und auffallendsten Weise zu erkennen (Vergl. p. 132). Ich habe früher die Schwierigkeiten, welche sich bei Auffassung vorliegender Thiere als Individuen-Stöcke entgegenstellen, analysirt; es hat sich gezeigt, dass dieselben sich alle beseitigen lassen. Das Resultat war, dass die Auffassung der Planarien und Süsswasserpolypen als Individuen-Stöcke

ohne irgend welche Widersprüche haltbar und nachweisbar sei. Ueber den Weg, welchen die wissenschaftliche Analyse unter solchen Umständen und nach dem heutigen Stande der Erfahrungen zu betreten habe, dürften gegenwärtig, wie ich glaube, kaum irgend welche Zweifel sich erheben; ich bin auf demselben mit Konsequenz vorgeschritten. Dennoch wird es passend sein, auch auf die Konsequenzen und Begründungen derjenigen Ansicht näher einzugehen, die bei den Planarien und Süsswasserpolypen exquisite Beispiele einer Zeugung durch Theilung finden wollen.

Was den Charakter der Erzeuger betrifft, so muss, grade wegen der Zeugung durch Theilung, zugestanden werden, dass die Planarien und Süsswasserpolypen keine einfache Individuen seien; es musste ferner geleugnet werden, dass sie Individuen-Stöcke repräsentiren. Die positiven Eigenschaften der Erzeuger sind durch *Joh. Müller* charakterisirt. „Es seien Geschöpfe, die zu gewissen Zeiten noch einem Willen unterworfen sind, und nur insofern Multipla darstellen, als die Theile die Fähigkeit besitzen, Individuen zu sein, aber noch nicht de facto Individua sind; die Einheit des Willens wird also effektuirt, die Eigenschaft der Theilchen, Individuen zu sein, ist nur potentiell.

Mir scheint zunächst das Verhalten der Stücke nach der Trennung mit ihrer blos potentiellen Fähigkeit, Individuen im unversehrten Thiere darzustellen, unvereinbar. Niemand kann mehr von der Nothwendigkeit, die Eigenschaft der Potenz organisirter Körper bei Zeugungs- und Entwickelungserscheinungen als Thatsache anzuerkennen, überzeugt sein, als ich selbst. Wer bei der Zeugung und Entwickelung nicht in die veraltete, allen empirischen Thatsachen widerstreitende Evolutions-Theorie hineingerathen will, wird zur Annahme einer potentiellen Kraft in den zeugenden und sich entwickelnden Körpern gezwungen. Allein, wenn eine solche Potenz in Effekt tritt, so giebt sich dieses auch durch Zeugung und Entwickelung zu erkennen; der Keim muss sich entwickeln. So beobachtet man es bei einer jeden Keimzelle oder einem Haufen von Zellen mit der bezeichneten Eigenschaft. Die abgeschnittenen Stücke dagegen verhalten sich sofort im Wesentlichen wie das Stammthier, und beide regeneriren sich nur, grade wie es die getrennten Theile eines Individuen-Stockes thun (p. 116). Darin ist eine von den Schwierigkeiten enthalten, die gegen die Vorstellung der Zeugung durch Theilung in jedem beliebigen Falle spricht. Der einzige Ausweg, sich den Zeugungsakt bei der Theilung vorzustellen, ist in der That der von *Joh. Müller* eingeschlagene; allein die Erscheinungen an den getrennten Stücken, als angeblichen Keimen, stehen dieser Ansicht entgegen, widersprechen der Auffassung bloss potentieller Individuen in den theilbaren Geschöpfen und führen bereits zur Annahme eines Individuen-Stockes. Dieses tritt noch stärker hervor, wenn wir uns das Verhältniss des einheitlichen Willens, dem das System von Theilchen in solchen Geschöpfen unterworfen sein soll, zu den Theilchen

selbst vergegenwärtigen. Diese Einheit des Willens kann offenbar nur aus der gemeinschaftlichen Thätigkeit aller der Theile hervorgehen, in welche das Geschöpf durch Theilung zerfällt. Hier giebt es nach meinem Dafürhalten nur zwei Weisen, wie diese Einheit zu Stande kommen könne. Die Einheit des Willens resultirt entweder aus dem Streben aller Theilchen in Gemeinschaft ein bestimmtes Ziel zu erreichen, einen gemeinsamen Zweck zu verwirklichen, wie die Glieder in einem staatlichen Verbande, wie die Bienen im Bienenstaate; oder die Einheit des Willens entsteht: nach der zweiten Ansicht von *Schwann:* durch die Wechselwirkung der einzelnen selbstständigen Theilchen, die gleichsam zufällig aneinander gerathen sind und wie die aufgestapelten Zink- und Kupferplatten einer Galvanischen Batterie, ohne Rücksicht auf eine andere, sie beherrschende Einheit, als Summe eine bestimmte Kraftäusserung haben. Von diesen beiden Annahmen ist die letztere nach meinem Dafürhalten nicht allein bei höheren Thieren, sondern auch im ganzen Bereiche der organischen Natur in keiner Weise bewiesen und haltbar. Der Grundfehler dieser *Schwann*'schen Ansicht besteht darin, dass sie die Zellen als etwas Selbstständiges und ausserhalb der organischen Natur stehendes hinstellt, und dieselben erst in die organische Natur hineintreten und in den organischen Wesen wirken und schaffen lässt. Diese Vorstellung entbehrt jeder empirischen Grundlage und widerstreitet den tausendfältig, in grossen und kleinen Kreisen, ausgesprochenen Gesammt-Einheiten in der organischen Natur. Wo wir den Zellen begegnen, sind sie nur die Träger dieser Einheiten in der Natur, potentiell oder effektuell, allein oder im Bunde mit anderen und vielen. Die Zellen finden sich nirgends selbstständig ohne weitere Beziehung vor; sie werden immer nur in Geschöpfen dieser oder jener Spezies des Pflanzen- oder Thierreichs angetroffen und haben also jedes Mal ihr spezifisches Gepräge, ihre bestimmten Beziehungen zu einer vorliegenden Einheit. Die Zellen, welche der geniale Forscher für seine Theorie schuf, waren Gedanken-Dinge und enthielten, genau genommen, das Gemeinschaftliche aller Zellen in Entwickelung und Bildung, mit Abstraktion von ihren spezifischen Beziehungen. Im konkreten Falle dagegen ist jede Zelle zugleich auch durch spezifische Eigenschaften charakterisirt, die sie eben durch unveräusserliche Beziehungen zu den Trägern verschiedener Einheiten in der organischen Natur (Spezies, Organ, Organtheilchen etc.) offenbart. Diese Beziehungen werden durch obige Ansicht zuerst vernichtet, und nachher naturwidrig und als Resultat eines künstlichen Machwerks wieder hergestellt. Es ist gleichgültig, wie man sich die Einheit in den zeugenden und sich entwickelnden Wesen vorstelle; oder woher man ihren Ursprung ableite: es ist aber Thatsache, dass sie nicht künstlich ersteht, auch nicht das Resultat zufällig zusammengewürfelter und zusammenwirkender Elemente ist, sondern als unveräusserliche und nothwendige Beziehung in jedem Zeugungs- und Entwickelungsprozesse vorliegt und

darum auch nothwendig bei solchen Prozessen in Rechnung gebracht werden muss. Wenn nun also die zweite Ansicht in der Vorstellung von dem Zustandekommen der Einheit des Willens bei den bezeichneten Thieren nicht haltbar ist, so kann in dem einheitlichen Willen nur die gemeinsame Beziehung aller Theile zu oder in einer organischen Einheit erkannt werden. Die einzelnen Theile sind demnach nicht einem Willen unterworfen, sondern sie haben, so zu sagen, alle einen gleichen Willen, und derselbe tritt auch dann in Effekt, wenn sie von einander getrennt werden. So lehrt die Analyse, dass die einzelnen Theilchen nicht potentielle, sondern aktuelle Individuen sind; und Planarien und Süsswasserpolypen werden Individuen-Stöcke mit dem Verhalten, wie es diesen mit Rücksicht auf die Verwirklichung der Lebensgeschichte der Art-Individualität, — als der Einheit, der sie angehören, — eigenthümlich und charakteristisch ist.

Dadurch, dass gezeigt worden, wie in den Planarien und Süsswasserpolypen kein einheitlicher Wille mit einem Multiplum potentieller Individuen denkbar sei, wird auch den einzelnen, abgetrennten Stücken jeder Charakter eines Keimes genommen. Dass die Organisation dieser Stücke, wegen ihrer Uebereinstimmung mit dem zeugenden Stamm, gegen die Natur eines Keimes spreche, der erst durch Entwickelung dem Stamme selbst homolog werden soll, ist zu allen Zeiten gefühlt worden; und darum mag *Purkinje* die Zeugung durch Theilung unter die Knospenzeugung gestellt und darin eine versteckte Knospenbildung gesehen haben. Der einzige Weg, aus dem Dilemma herauszukommen, war derjenige, den *Johannes Müller* betreten; er führte, wie wir gesehen, auf Widersprüche.

An die Süsswasserpolypen und Planarien schliesse ich die Erörterung derjenigen Beispiele von Zeugung durch Theilung, die in der allgemeinsten Ausbreitung unter den *Infusorien* angenommen werden. Wenn man heut zu Tage das Wort „Infusorien" ausspricht, so fühlt man, trotz der unermüdlichen Forschungen *Ehrenberg's*, den Boden unter seinen Füssen in heftiger Schwankung. Wir fühlen diese Unsicherheit nicht allein mit Rücksicht auf die Frage, ob ein vorliegendes Infusorium ein Thier oder eine Pflanze sei, sondern auch in Betreff ihrer Struktur und Textur, und endlich vor Allem bei der für die Zeugung und Fortpflanzung so wichtigen Frage nach dem Individuum und der Spezies. In den seltensten Fällen gelingt es eine und dieselbe Spezies, und noch weniger ein und dasselbe Individuum längere Zeit fortlaufend und in seinen verschiedenen Zuständen zu beobachten. Sogenannte Arten verschwinden plötzlich, andere treten auf, u. s. f. „Ich weiss nicht", sagt Dr. *Cohn* (Zeitsch. f. wiss. Zoolog. Bd. III. p. 258), „ob diese auffallende Erscheinung des Artenwechsels nur in der kurzen Periode ihres Lebenscyclus beruht, indem die gewöhnliche Vermehrung durch Selbsttheilung nicht ins Unbe-

grenzte möglich ist, sondern nach einer Reihe von Generationen sich erschöpft und dann der eigentlichen Fortpflanzung durch Sporen bedarf, die letztere aber nur unter besondern Bedingungen einzutreten pflegt, — wenigstens sind ähnliche Verhältnisse im Pflanzenreiche bekannt —; oder ob die ganze Erscheinung zum Theil auf einer allmäligen Veränderung in den physikalischen und chemischen Eigenschaften des Wassers beruht etc."; oder ob endlich spätere Untersuchungen noch zwischen einzelnen aufeinanderfolgenden Formen einen entwickelungsgeschichtlichen Zusammenhang nachweisen werden: — der Artenwechsel ist indess eine Thatsache. Daraus ergiebt sich aber auch, fährt *Cohn* fort, auf der anderen Seite die Entschuldigung, wenn über diese mikroskopischen Organismen unvollständige Untersuchungen der Oeffentlichkeit übergeben werden, wie sie vielleicht in keinem anderen Gebiete der Physiologie sich heute würden rechtfertigen lassen. Wenn ein so glücklicher, geübter und genauer Forscher, wie *Cohn*, einen solchen Ausspruch macht; dann darf man mit Recht daran zweifeln, dass auf dem Gebiete der Infusorien diejenigen Grundlagen gewonnen werden können, aus welchen die so räthselhafte Zeugung durch Theilung sich erweisen lasse. Es kann daher auch nur meine Absicht sein, bei Prüfung vorliegender Beispiele diese Unzulänglichkeit, im Anschluss an das vorhin Erörterte, hervorzuheben, und dabei besonders auf solche Organisationen Rücksicht zu nehmen, die nicht als einfache Zellen angesehen werden können.

Die Fortpflanzung durch Theilung wurde früher bei manchen Infusorien als die einzige Fortpflanzungsform genannt. Neuerdings haben die Untersuchungen *Stein's* (Wiegmann's Arch. für Naturgesch. Berlin. 1849. Bd. I, p. 92 sqq.), und ebenso die von *Cohn* gelehrt, dass zugleich auch Knospenbildung (Juxtappos.) und Sporenzeugung angetroffen werden. Was weiss man nun von der Selbsttheilung der Infusorien? Sieht man von wechselnden Einzelnheiten ab, so bemerkt man, dass in der Richtung der Theilungslinie eine Einschnürung sich bildet, die allmälig tiefer eindringt, bis das Thier in freie Stücke zerfallen ist. Zuweilen findet gleichzeitig eine Verdickung des Thieres in entgegengesetzter Richtung Statt, in welchem Falle die freien Stücke nicht viel dem ursprünglichen Thiere an Grösse nachstehen. Die freien Stücke sind entweder sogleich dem ganzen Infusorium ähnlich, oder es treten wohl auch geringe Ergänzungen ein. Von der Struktur des sogenannten Erzeugers und Zeugungsproduktes kann man sagen, dass sie, wenn nicht unbekannt, so doch wenigstens noch vollkommen räthselhaft sei. Man hat ihre Körpersubstanz neuerdings Sarcode genannt, ohne jedoch Etwas dadurch für die Erkenntniss der Struktur gewonnen zu haben. *Cohn* hat sich übrigens dagegen erklärt, die Infusorien schlechthin als kontraktile Organismen (Sarcode) zu bezeichnen (a. a. O. p. 257). Vergleicht man die Verhältnisse bei diesem Prozesse mit denen bei den Planarien und Süsswasserpolypen, so tritt als der einzige Unterschied hervor, dass bei den

letzteren das Zerfällen des Körpers in einzelne sich selbstständig erhaltende Stücke auf künstlichem Wege, bei den ersteren auf natürlichem erfolgt. Alles Uebrige dagegen verhält sich wesentlich auf dieselbe Weise. Es würden daher auch hier dieselben Folgerungen zu ziehen, dieselben Fragen aufzuwerfen sein; und man würde, da es auf die Kleinheit in den Dimensionen der Organisation wahrlich nicht ankommt, zu demselben Resultate gelangen: nämlich zu demjenigen, dass der in Stücke natürlich zerfallende Körper ein Individuen-Stock sein müsse, abgesehen davon, dass auch die einzelnen Stücke wiederum Individuen-Stöcke sein können. Der Unterschied, dass die Theilung oder Ablösung hier auf natürlichem Wege, dort auf künstlichem zu Stande komme, ist für die Frage nach dem Zeugungsprozesse von ebenso geringem Belange, wie bei den künstlich und natürlich sich ablösenden Knospen der Pflanzen, oder der Naiden-Stöcke. Dass die Individuen-Stöcke der Infusorien, wie die der Naiden oder Planarien, durch Knospenbildung p. intussusceptionem sich gebildet haben, ist wahrscheinlich. Eine sehr interessante Erscheinung bei der Selbsttheilung der Loxodes Bursaria Ehr. führt *Cohn* an (a. a. O. p. 274), dass nämlich während des Theilungsaktes gleichzeitig die Geburt von beweglichen, aus Sporen gebildeten, Embryonen stattfand. Dieser Fall lässt sich mit der von *M. Schultze* gemachten Beobachtung bei den Naiden zusammenstellen, bei welchen im vorderen abgetrennten Stücke sich bereits Geschlechtsorgane gebildet hatten. Durch künstliche Theilung von Individuen-Stöcken kann natürlich sehr leicht ein ähnliches Beispiel herbeigeführt werden, sobald nur dieselben Verhältnisse gegeben sind.

Es bleiben nunmehr die beiden letzten Beispiele übrig, die *Zellengenesis durch Theilung* und die *Keimspaltung*, die gemeinschaftliche Beziehungen und Verhältnisse zeigen, und daher auch gemeinschaftlich analysirt werden mögen.

Von der *Zellenbildung durch Theilung* weiss man, dass ein keimfähiger Bestandtheil des Mutterzelleninhaltes oder der letztere in toto, — nachdem das Kernbläschen sich aufgelöset oder vielleicht in ähnlicher Weise, wie die Mutterzelle selbst sich getheilt hat, — in zwei, vielleicht auch in mehrere Portionen zerfällt, an welchen sofort die Hauptbestandtheile der Mutterzelle wieder erkannt werden, und die sich als sogenannte Brut- oder Tochterzellen darstellen. Diese zuerst von *Naegeli* nachgewiesene Zellenbildung (um Inhalts-Portionen der Mutterzelle) hat sich in der ausgebreitetsten Weise bestätigt. Bei den Pflanzenzellen werden die Brutzellen nicht selten gleichzeitig durch Scheidewände von einander getrennt, die von den Verdickungsschichten der Mutterzellenmembranen ausgehen. Dieses ist wohl die hauptsächlichste Veranlassung gewesen, dass man die Bildung der Brutzellen von der Entstehung dieser Scheidewände abhängig machte und eine Zellengenesis durch Theilung feststellte, in welcher auch die Mutterzellenmembran

unmittelbaren Antheil an der Bildung der Tochterzelle (namentlich der Tochterzellenmembran) hatte. Bei der Zellenbildung während des Furchungsprozesses der befruchteten Thiereier kann man sich auf das Bestimmteste überzeugen, dass die Mutterzellenmembran keinen direkten Antheil an der Bildung der Brutzellenmembran nimmt, sondern dass jede Furchungskugel von Anbeginn ihres Sichtbarwerdens ihre eigen gebildete Membran besitzt. Beim Entstehen der ersten Furche an den befruchteten Froscheiern kann man von der Existenz dieser eigen gebildeten Brutzellenmembran selbst mittelst der Loupe sich überführen. Es tritt daselbst während des Auseinanderweichens der beiden ersten Furchungskugeln jener schon von *K. E. von Bär* gekannte, zierliche Faltenwurf an der Oberfläche der Kugeln neben der entstehenden Furche hervor, und verändert sich und verliert sich in dem Grade, als die Furchungskugeln aus dem aneinander gepressten Lagerungsverhältniss befreit werden. Es thut Noth, auf diese, so einfach anzustellende Beobachtung hinzuweisen, damit doch endlich die Kontroverse über die angeblich hüllenlosen Furchungskugeln geschlichtet werde. Manches Räthselhafte liegt in der Zellenbildung durch sogenannte Theilung oder um Inhaltsportionen der Mutterzelle verborgen; aber als eine feststehende Thatsache betrachte ich es, dass die Brutzellen, sobald sie uns sichtbar werden, auch ihre eigen gebildeten Membranen besitzen, und dass kein wirklich fest geformter Bestandtheil der Mutterzelle zu einem konstituirenden Bestandtheile der festen Theile in der Brutzelle werde. Zur Uebersicht der Erscheinungen muss noch hinzugefügt werden, dass der keimfähige Inhalt einer Mutterzelle nicht allein in zwei oder mehrere Portionen getheilt, sondern auch in toto zur Bildung nur einer Brutzelle verwendet wird; auf diese Weise bildet sich die erste Furchungskugelzelle in den befruchteten Eiern der Thiere aus dem Bildungsdotter. Als eine weitere Konsequenz aus diesen Erscheinungen ergiebt sich, dass vor der effektuirten Bildung der Brutzellen ein Akt vorausgehend gedacht werden müsse, durch welchen die Molekeln des keimfähigen Mutterzellen-Inhalts in den Zustand versetzt werden, entweder in toto oder in Portionen in den Bildungsprozess der Tochterzellen einzugehen; diesen Akt könnte man als den eigentlichen Zeugungsakt ansehen.

Wenn man die Erscheinungen der Zellenzeugung durch sogenannte Theilung mit der gewöhnlich angenommenen Zeugung durch Theilung bei Thieren und Pflanzen untereinander vergleicht, so treten die wesentlichen Unterschiede klar heraus. Bei der gewöhnlich sogenannten Zeugung durch Theilung ist der angebliche Keim schon präformirt in dem Stamme enthalten und stimmt mit dem letzteren in der Organisation überein; der getrennte Theil entwickelt sich nicht, sondern ergänzt sich nur, wie der Stamm selbst. Bei der Zellengenesis dagegen ist eine wirkliche Zeugung vorhanden; der

delegirte Keim von indifferenter Natur ist zwar ein Theil des zeugenden Stammes, aber nicht von derselben Organisation; diese Organisation tritt vielmehr erst durch Entwickelung des Keimes hervor. Dadurch, dass die Zelle die Fähigkeit besitzt, zwei Zeugungsakte in einem Momente auszuführen, gewinnt die Zellengenesis den Schein einer Zeugung durch Theilung. Der Umstand, dass der Mutterzellen-Inhalt auch in toto zu einer Brutzelle werden kann, ist gleichzeitig ein Beweis, dass da, wo zwei Brutzellen zugleich entstehen, die Zeugung und Bildung derselben nicht von der Theilung der keimfähigen Masse abhängig ist, und also nicht Theilung die Zeugung bewirke, sondern, dass vielmehr durch die zwei gleichzeitig auftretenden Zeugungsakte die Theilung herbeigeführt werde. Ueber die Beziehung der so räthselhaften Eigenschaft elementarer Zellen, gleichzeitig zwei oder auch mehrere Zeugungsakte auszuüben, zu der Entwickelung eines zusammengesetzten Zellenorganismus mit dem Charakter des einfachen Individuums habe ich mich in der Einleitung (p. 13 sqq.) ausgesprochen.

Zu der sogenannten *Keimspaltung* oder Zeugung durch Theilung eines Keimes rechne ich die Beispiele, in denen der sich spaltende Keim durch eine Summe von Zellen vertreten wird. Man beobachtet, dass aus dem Bildungsdotter eines einzigen Eies der Planarien auf ein Mal mehrere Embryonen auf die Weise hervorgehen, dass der in dem Furchungsprozesse gebildete Zellenhaufen nicht in toto, sondern in Portionen getheilt zu Jungen sich entwickelt. Genaueres über den Hergang kennt man nicht. *Ecker* hat neuerdings (Fror. Tagesberichte: 1852, No. 177) mitgetheilt, dass aus einem eiähnlichen Körper in abgestorbenen Lymnaeus-Eiern ein ganzer Haufen infusorienartiger Thiere hervorkamen, die die meiste Aehnlichkeit mit den Cercomonaden (Dujardin) hatten. Hierher gehören ferner die Doppelmissgeburten, welche sich bald nur auf die Verdoppelung einzelner Organe oder Organtheile beziehen, bald auch in dem Auftreten zweier, mehr oder weniger verwachsener, aus einem einzigen Eie hervorgegangener Individuen sich zu erkennen geben. Die Doppelmissgeburten scheinen ihren ersten Ursprung nicht in der Furchungsperiode zu haben. Bei denjenigen Doppel-Missgeburten, die nur einzelne Organe oder deren Theile betreffen, versteht sich das von selbst. Allein auch die, von mir nicht selten beobachteten, sehr jungen Doppel-Missgeburten beim Hühnchen, in denen zwei fast ganz vollkommene Embryonen vorlagen, zeigten eine gemeinschaftliche Umhüllungshaut, welche das Ei mehr oder weniger weit umwachsen hatte. Da die Bildung der Umhüllungshaut nach der Furchungsperiode auftritt, so kann die Spaltung für die vollkommenen Doppel-Missgeburten nur auf den Theil des Bildungsdotters sich beziehen, der an der Keimstelle (Area pellucida, tache embryonaire Cost.) liegen bleibt, und aus welchem bei normaler Entwickelung alle zu einem Wirbelthier-Individuum gehörigen

Organe sich bilden. Ueber die Entstehungsweise der Doppel-Missgeburten haben sich verschiedene Ansichten geltend gemacht. Die Ansicht, dass die Doppel-Missgeburten von einer getrennten Entwickelung der Hälften bilateraler Gebilde herzuleiten sei, ist nicht haltbar; auch *Th. Bischoff* hat sich dagegen ausgesprochen (Handwörterb. der Physiol. Bd. I. p. 911). Desgleichen ist man gegenwärtig von der Theorie zurückgekommen, dass die Doppel-Missgeburten durch frühzeitige oder spätere Verschmelzung zweier Eier oder Embryonen gebildet würden. *v. Bär* hat mit Recht hervorgehoben, dass diese Vorstellung durch das Verhalten der sehr jungen Doppel-Missgeburten beim Hühnchen widerlegt würde. (Mem. de l'Academie de St. Petersburg. Six. Sér. Tom. IV. 1845. p. 86—105). Ebenso hat *Th. Bischoff* die dagegen sprechenden Gründe mitgetheilt (a. a. O.). Neuerdings hat auch *Valentin*, in Grundlage der von ihm an Doppel-Missgeburten bei Hechtembryonen gemachten Beobachtungen, gegen diese Theorie sich erklären müssen (Archiv. für Heilkunde. Bd. X, p. 1 sqq.). Die gegenwärtig wohl allgemein gültige Ansicht spricht sich in den Worten aus, dass die Doppel-Missgeburten durch eine eingetretene Spaltung des Keimes herbeigeführt würden. Der unter der Umhüllungshaut gelegene, keimfähige Bildungsdotter kann durchweg, nach verschiedenen Richtungen, in zwei Theile sich trennen und so die Entstehung zweier Embryonen veranlassen; oder es kann ein Theil der Zellen zu dem hinteren oder vorderen Theil eines einfachen Embryo sich entwickeln, der andere Theil dagegen, in Folge eingetretener Keimspaltung, die respektiven, fehlenden Theile des Embryo zweifach produziren; oder es können endlich ähnliche Prozesse im Bereiche von Primitivorganen und deren Bestandtheilen sich offenbaren. Die mir gestellte Aufgabe erlaubt es nicht, ausführlicher auf den Gegenstand mich einzulassen.

Bei Prüfung der vorliegenden Beispiele zeigt sich ebenso, wie bei der Zellengenesis, dass man es hier mit einem Prozesse zu thun habe, der wesentlich von der sogenannten Zeugung durch Theilung, im gewöhnlichen Sinne, abweicht. Sowohl bei normalen, als bei pathologischen sogenannten Keimspaltungen beweisen die getrennt auftretenden Theile ihre wirklich keimfähige Natur dadurch, dass sie sofort in den Entwickelungsprozess eingehen. Bei der normalen Keimspaltung stellt sich der Prozess in der Weise dar, dass ein Haufen von Zellen, denen die Eigenschaft zukommt, sowohl einzeln als in der Gesammtheit die Einheit eines einfachen Individuums beim Fortschritt der Lebensgeschichte einer Art-Individualität zu repräsentiren (p. 14; p. 92), nicht insgesammt, sondern in einzelnen Gruppen getheilt seine Aufgabe ausführt. Man darf den Prozess mit Rücksicht auf das weitere Verhalten der einzelnen getrennten Gruppen, in denen sofort der Entwickelungsprozess auftritt, wohl einen Zeugungsprozess nennen. Allein es ist doch ein auffallender Unterschied von den ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Zeugungs-

prozessen vorhanden. Bei den letzteren haben wir es mit einem Entwickelungszustande der Art-Individualität zu thun, der den Charakter des einfachen Individuums zeigt; neben Theilen, mit denen dieses Individuum im Verkehr mit der Aussenwelt sich befindet, ist indifferentes Material gegeben, welches durch Zeugungsakte zu Keimen delegirt wird. Bei der normalen Keimspaltung haben wir den indifferenten Zustand der Art-Individualität vor uns, in welchem potentiell sowohl die Einheit eines einfachen Individuums, als eine Vielheit von solchen Einheiten vorliegt. Dieses potentielle Wesen geht in dem einen Falle durch Entwickelung in ein einfaches Individuum, in dem anderen in eine Vielheit von Individuen über; das Eine ist so räthselhaft, wie das Andere. Jedenfalls aber liegt das zu Tage, dass auch hier die Theilung nicht die Zeugung macht, sondern dass die Theilung nur der Reflex des Aktes ist, durch welchen die Furchungskugelzellen veranlasst werden, nicht in der Gesammtheit, sondern in einzelnen Gruppen die Lebensgeschichte der Art-Individualität durch Entwickelung weiter fortzuführen. — Bei der pathologischen Keimspaltung dagegen sind die Verhältnisse ähnlich, wie bei der Zellengenesis. Hier ist schon immer eine Grundlage vorhanden, welche das einfache Individuum in irgend einem Entwickelungszustande repräsentirt, und sei es auch nur die Umhüllungshaut. Die Zeugung erfolgt, wie bei der ungeschlechtlichen und geschlechtlich differenzirten, in Abhängigkeit von den Organen, mit welchen das einfache Individuum den Verkehr mit der Aussenwelt unterhält. Wie bei der Zellengenesis durch sogenannte Theilung besteht das Charakteristische des pathologischen Keimspaltungsprozesses darin, dass ein keimfähiges Material nicht in toto, sondern gleichsam in Portionen zur Bildung eines ganzen Individuums oder einzelner Theile vorschreitet*).

Wie man sich aber auch die so merkwürdige und räthselhafte Zeugung durch sogenannte Keimspaltung vorstellen mag, das, glaube ich, wird man allseitig zugestehen müssen, dass der Prozess selbst mit dem, was man sich bei der Zeugung durch Theilung

---

*) Die durch sogenannte Keimspaltung erzeugten Doppel-Missgeburten, mögen sie ganze Individuen oder nur einzelne Theile betreffen, erinnern durch ihr Verhalten an Individuen- und Organ-Stöcke. Sie offenbaren gemeinschaftliche Beziehungen darin, dass die Zeugungsakte von ungeschlechtlichen Individuen oder deren in Entwickelung begriffenen, untergeordneten Organen (organologische Zeugungsakte) ausgehen, dass ferner die Zeugungsprodukte während der Entwickelung mit dem zeugenden Stamme und untereinander sich vereinigen und verwachsen, dass endlich ein gewisses gemeinschaftliches und einheitliches Zusammengehen aller aus einem Eie hervorgegangenen Theile zur Verwirklichung der Lebensgeschichte der Art-Individualität, wie es eben unter so abnormen Verhältnissen möglich ist, bemerkbar wird. Es liegt daher nahe, den Gedanken aufzunehmen, dass durch derartige, von einem zeugenden Stamme gleichzeitig und mehrfach ausgeführte Zeugungsakte vielleicht in normaler Weise Individuen- und Organ-Stöcke gebildet werden könnten, und dass demnach zu der Generatio segregata und consociata noch eine dritte Art von Knospenbildung hinzuzufügen wäre. Soweit ich jedoch die Erscheinungen bei wirklicher und normaler Knospenbildung zu übersehen im Stande bin, so tritt überall die angeführte Regel hervor, dass stets nur ein Keim nach dem anderen, oder mehrere Keime von mehreren Individuen (G. consociata) delegirt, mittelst Aggregation die Bildung von Individuen-Stöcken herbeiführen. Daher ich bei Analyse des ungeschlechtlichen Knospenbildungsprozesses an diese empirischen Data festgehalten habe.

im gewöhnlichen Sinne gedacht hat, nur eine ganz oberflächliche und keine wesentliche Uebereinstimmung darbietet. Daher sehe ich mich schliesslich genöthigt, meine Ueberzeugung dahin auszusprechen, dass die gewöhnliche, sogenannte Zeugung durch Theilung nicht allein für die Theorie schwer verständlich ist, sondern auch jeder gediegenen, empirischen Grundlage entbehrt. Hauptsächlich ist es die künstliche oder natürliche Ablösung von Individuen oder Individuen-Stöcken eines meist durch Knospenbildung p. intussusceptionem gebildeten Haupt-Stockes gewesen, die zu der Theorie von der Zeugung durch Theilung Veranlassung gegeben hat.

Inhaltsverzeichniss.

